«НАУКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ» «SCIENCE IN THE CENTRAL RUSSIA» **12+**

Научно-производственный периодический журнал The research-production periodic magazine
Включен в международную базу данных Agris
№3 (27), 2017 г.

Основан в 2012 г. **It is based in 2012.**
Выходит 6 раз в год **There are 6 times a year**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПЕРИОДИЧЕСКОГО ЖУРНАЛА
«НАУКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ»

ЗАЗУЛЯ Александр Николаевич — главный редактор, доктор технических наук, профессор, директор ФГБНУ ВНИИТиН

НАГОРНОВ Станислав Александрович — зам. главного редактора, доктор технических наук, профессор, зам. директора по научной работе ФГБНУ ВНИИТиН

ГОЛУБЕВ Иван Григорьевич — доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Московской области, зав. отделом ФГБНУ «Росинформагротех»

ГОРБАЧЕВ Иван Васильевич — член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор, РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева

ЕРОХИН Михаил Никитьевич — академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор, лауреат премии Правительства РФ

ЖАЛНИН Эдуард Викторович — доктор технических наук, профессор, лауреат Государственной премии РФ в области науки и техники, ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

ЗАВРАЖНОВ Анатолий Иванович — академик РАН, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО МичГАУ

КУШНАРЕВ АРТУР СЕРГЕЕВИЧ — доктор технических наук, профессор, член-корреспондент УААН, заслуженный работник народного образования, заведующий кафедрой теоретической механики и теории машин и механизмов Таврического государственного агротехнологического университета, Украина

ЛАРЮШИН Николай Петрович — доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заслуженный работник сельского хозяйства, профессор кафедры ФГБОУ ВПО «Пензенский ГАУ»

ЛЯЛЯКИН Валентин Павлович — доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

МИЩЕНКО Сергей Владимирович — доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РФ, лауреат премии Правительства РФ в области образования, член Национального комитета по теплофизическим свойствам веществ РАН, ФГБОУ ВО ТГТУ

ПОПОВ Владимир Дмитриевич — академик РАН, доктор технических наук, профессор, президент Региональной областной организации "Санкт-Петербургская ассоциация инженеров сельского хозяйства – СПАИСХ", член Правления Ассоциации содействия полевым экспериментам и исследованиям, директор ФГБНУ «ИАЭП»

СТРЕБКОВ Дмитрий Семенович — академик РАН, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заместитель председателя Российского комитета по использованию возобновляемых источников энергии, председатель рабочей группы Европейского бюро ЮНЕСКО по образованию в области солнечной энергии, главный научный сотрудник ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

ФЕДОРЕНКО Вячеслав Филиппович — академик РАН**,** доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РФ, директор ФГБНУ «Росинформагротех»

REZA Ambrishambaf — PhD, Vice Rector of Eastern Mediterranean University, Centro Algoritmi University of Minho Campus of Azurem, Portugal

MAJID Hashemipour — PhD Manufacturing Engineering, Professor, Vice Rector for Technical Administration and International Affairs of Eastern Mediterranean University, Turkey

Редакция

Журнал «Наука в Центральной России Science in the central Russia»
Учредитель: ФГБНУ ВНИИТИН
Главный редактор: Зазуля А.Н.
№ 3 (27) 21.06.2017, Тираж - 100 экз. Свободная цена
Адрес редакции и издателя: **392022, г. Тамбов, пер. Ново-Рубежный, 28, к. 21,** тел. 8(4752)440-241; e-mail: naukacr@yandex.ru
Отпечатано в типографии ООО «Максимал информационные технологии» 398017, г. Липецк, ул. Ушинского, 8
СМИ зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) ПИ № ФС77-51695 от 07.12.2012 г.
Технический редактор: Левина Эмма Владимировна**, тел. +7 (920) 246-20-64**
Зав. отделом по развитию: Левин Максим Юрьевич**, тел. +7 (920) 240-71-96**

© «Наука в центральной России», 2017

«НАУКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ» «SCIENCE IN THE CENTRAL RUSSIA»
Научно-производственный периодический журнал The research-and-production periodic magazine
№3 (27), 2017 г.

Основан в 2012 г. **It is based in 2012.**
Выходит 6 раз в год **There are 6 times a year**

Учредитель и издатель журнала:
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве
(ФГБНУ ВНИИТИН)

ЭКСПЕРТНЫЙ СОВЕТ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПЕРИОДИЧЕСКОГО ЖУРНАЛА
«НАУКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ»

технологии в животноводстве и растениеводстве, эффективное использование отечественной и зарубежной сельскохозяйственной техники

ОСТРИКОВ Валерий Васильевич — доктор технических наук, зав. лабораторией использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов, ФГБНУ ВНИИТиН
ШУВАЛОВ Анатолий Михайлович — доктор технических наук, профессор, зав. лабораторией использования альтернативных источников энергии взамен жидкого топлива, ФГБНУ ВНИИТиН
ПЕТРАШЕВ Александр Иванович — доктор технических наук, зав. лабораторией организации хранения и защиты техники от коррозии, ФГБНУ ВНИИТиН
ЕРОХИН Геннадий Николаевич — кандидат технических наук, зав. лабораторией эксплуатационных требований к сельскохозяйственной технике, ФГБНУ ВНИИТиН

Технология продовольственных продуктов

ТИШАНИНОВ Николай Петрович — доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории управления качеством технологических процессов в сельском хозяйстве, ФГБНУ ВНИИТиН
ДОРОВСКИХ Владимир Иванович — кандидат технических наук, зав. лабораторией управления качеством технологических процессов в животноводстве, ФГБНУ ВНИИТиН

Агрономия

ТРУНОВ Юрий Викторович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Всероссийский институт садоводства им. И.В. Мичурина

Ветеринария и Зоотехния

ЭНГОВАТОВ Вячеслав Федорович — доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории технологии производства свинины, ФГБНУ ВНИИТиН
ШУЛАЕВ Геннадий Михайлович — кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией технологии производства свинины, ФГБНУ ВНИИТиН
ФИЛИППОВА Ольга Борисовна — кандидат биологических наук, зав. лабораторией технологии производства молока и говядины, ФГБНУ ВНИИТиН

Экономика и управление народным хозяйством (АПК и сельское хозяйство)

САЗОНОВ Сергей Николаевич — доктор технических наук, профессор, зав. лабораторией использования производственных ресурсов в фермерских хозяйствах, ФГБНУ ВНИИТиН
СОЛОПОВ Владимир Алексеевич — доктор экономических наук, профессор, проректор по научной и инновационной работе ФГБОУ ВО МичГАУ

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.
© «Наука в центральной России», 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

Брусенков Алексей Владимирович, Капустин Василий Петрович
АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ И КОМПЛЕКСОВ 5
Brusenkov Aleksei, Kapustin Vasilii
ANALYSIS OF THE CONDITION OF TECHNICAL PROVIDING LIVESTOCK FARMS AND COMPLEXES 5
Ерохин Геннадий Николаевич, Коновский Валерий Викторович
Изменение потерь зерна за зерноуборочными комбайнами в процессе эксплуатации 10
Erokhin Gennady, Konovskiy Valery
CHANGE OF LOSS OF GRAIN FOR GRAIN COLLECTIVE COMBINES IN THE OPERATION PROCESS 11
Камбулов Сергей Иванович, Бырько Сергей Иванович, Рыков Виктор Борисович, Колесник Валентина Владимировна, Дёмина Елена Борисовна
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИЗОПРОПИЛОВОГО СПИРТА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БИОДОБАВКИ К ДИЗЕЛЬНОМУ ТОПЛИВУ 16
Kambulov Sergei, Byrko Sergei, Rykov Viktor, Kolesnik Valentina, Demina Elena
PROCESS EFFICIENCY OF ISOPROPYL ALCOHOL IN THE PRODUCTION OF DIESEL FUEL BIOADDITIVE 17
Поздняков Борис Алексеевич, Перов Геннадий Анатольевич
КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА ЛЬНА-ДОЛГУНЦА 21
Pozdnyakov Boris, Perov Gennady
THE CONCEPT OF CONSTRUCTION OF THE TECHNOLOGY OF FIBER FLAX PRODUCTION 22
Саранчина Екатерина Федоровна
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ЗАГОТОВКИ ОБЪЕМИСТЫХ КОРМОВ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ 28
Saranchina Ekaterina
ENVIRONMENTAL TECHNIQUES HARVESTING ROUGHAGE FOR LIVESTOCK 29
Скорляков Виктор Иосифович, Записоцкий Дмитрий Николаевич
СПОСОБ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЧВУ ДВИЖИТЕЛЕЙ ЭНЕРГОСРЕДСТВ ПРИ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЯХ ТЕХНОЛОГИЙ РАСТЕНИЕВОДСТВА 35
Skorlyakov Victor, Zapisotskiy Dmitriy
METHOD OF ESTIMATION FOR THE EFFECT ON SOIL BY THE TRACK VEHICLES MOVER USING COMPARISON TEST FOR CROP PRODUCTION TECHNOLOGIES 36
Тишанинов Николай Петрович, Анашкин Александр Витальевич
КАЧЕСТВО ВЫДЕЛЕНИЯ СЕМЯН ГОРЧИЦЫ И СОРГО ИЗ ПШЕНИЦЫ ЯЧЕИСТЫМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ 42
Tishaninov Nikolay, Anashkin Alexander
QUALITY OF WHEAT CLEANING FROM MUSTER'S SEEDS AND SORGO BY INDENT CYLINDER 43
Уханов Александр Петрович, Уханова Юлия Владимировна, Сидоров Евгений Алексеевич, Якунин Александр Иванович, Сидорова Лилия Ильдаровна
ВОЗДЕЙСТВИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ СМЕСЕВОГО ТОПЛИВА НА ПОКАЗАТЕЛИ ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ 48
Ukhanov Alexander, Ukhanova Yuliya, Sidorov Evgeny, Yakunin Alexander, Sidorova Liliya
IMPACT OF ULTRASONIC TREATMENT MIXED FUELS FOR INDICATORS TRACTOR DIESEL 49
Филиппова Ольга Борисовна, Кийко Елена Ильинична, Маслова Надежда Ивановна
ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ У КОРОВ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ РАЦИОНОВ ПО ПРОТЕИНУ 56

Filippova Olga, Kiyko Elena, Maslova Nadezhda
THE DIGESTIVE PROCESSES IN COWS IN THE OPTIMIZATION OF RATIONS FOR PROTEIN 57
Филиппова Ольга Борисовна, Саранчина Екатерина Фёдоровна, Краснослободцева Ангелина Сафроновна
КОРРЕКЦИЯ ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ КОРОВ В НАЧАЛЕ ЛАКТАЦИИ 65
Filippova Olga, Saranchina Ekaterina, Krasnoslobodtseva Angelina
CORRECTION OF VITAMIN AND MINERAL NUTRITION OF COWS IN EARLY LACTATION 66
Фролов Дмитрий Иванович, Курочкин Анатолий Алексеевич
ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНО-КИНЕМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАШИНЫ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ЛИСТОСТЕБЕЛЬНОЙ МАССЫ НА ПОСЕВАХ ЛУКА 71
Frolov Dmitry, Kurochkin Anatoly
OPTIMIZATION OF STRUCTURAL AND KINEMATIC CHARACTERIS MACHINES TO REMOVE THE LEAF-STEM MASS FOR SOWING ONION 72
Шувалов Анатолий Михайлович, Машков Алексей Николаевич
ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ТЕРМОИЗОЛЯЦИИ БУНКЕРА ДЛЯ ТЕМПЕРИРОВАНИЯ СОИ 78
Shuvalov Anatoliy, Mashkov Alexey
FEATURES OF CALCULATION OF HEAT INSULATION OF THE BUNKER FOR SOY TEMPERING 79
Шувалов Анатолий Михайлович, Машков Алексей Николаевич
УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОТЫ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ СОИ 82
Shuvalov Anatoliy, Mashkov Alexey
HEAT RECOVERY AT HEAT TREATMENT OF SOY 83
Сазонова Дамира Давидовна, Сазонов Сергей Николаевич
ОПТИМАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ РЕСУРСНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ С УЧЕТОМ ИХ АЛЛОКАТИВНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ 87
Sazonova Damira, Sazonov Sergei
OPTIMAL PARAMETERS OF RESOURCE ALLOCATION OF FARM ENTERPRISES BASED ON ALLOCATIVE EFFICIENCY 88
Сазонова Дамира Давидовна, Сазонов Сергей Николаевич
ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ 95
Sazonova Damira, Sazonov Sergei
LAND RESOURCES OF FARM ENTERPRISES AND THEIR USE 96
Левин Максим Юрьевич, Нагорнов Станислав Александрович, Левина Екатерина Юрьевна
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИХРЕВЫХ СИСТЕМ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ КАЧЕСТВА МОТОРНОГО ТОПЛИВА 101
Levin Maxim, Nagornov Stanislav, Levina Ekaterina
USING VORTEX SYSTEMS FOR CONSERVATION MOTOR FUEL QUALITY 102

УДК 631.22

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ И КОМПЛЕКСОВ

Брусенков Алексей Владимирович,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Агроинженерия»,
e-mail: aleksei_brusenkov@mail.ru
Капустин Василий Петрович,
доктор технических наук, профессор кафедры «Агроинженерия»,
e-mail: prof@yandex.ru
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,

Реферат. *Известно, что развитие отрасли животноводства в значительной степени определяется технической базой, являющейся основой для реализации механизированных технологий. Проведённый анализ состояния оборудования животноводческой отрасли показал, что почти 80% машин и оборудования эксплуатируется за пределами амортизационного срока. При среднем сроке службы животноводческого оборудования около 7 лет большинство технических средств эксплуатируется более 10 лет, оно физически и морально устарело, что не только приводит к росту затрат на её поддержание в работоспособном состоянии, но и препятствует совершенствованию технологии производства продукции, содержания и кормления животных. Показано, что в условиях свободного рынка и реформирования АПК произошло вытеснение техники отечественного производства западными образцами. Установлено, что современное неудовлетворительное финансовое положение сельских товаропроизводителей, низкий уровень рентабельности продукции животноводства не позволяет им самостоятельно осуществлять техническое оснащение и модернизацию животноводческих ферм, особенно в условиях постоянного роста цен на приобретаемую технику без государственной поддержки и выделения целевых дотаций. Исследования и обобщение опыта передовых хозяйств и стран с интенсивным развитием животноводства убеждают, что для реального и эффективного возрождения этой отрасли необходимы кардинальные изменения экономической политики и создание экономических механизмов материального стимулирования товаропроизводителей различных форм собственности с целью увеличения объёмов производства и повышения качества продукции. Для этого необходимо создать необходимые экономические условия, обеспечить фермы высококвалифицированными кадрами и необходимой инновационной отечественной техникой российского производства высокого уровня надёжности.*

Ключевые слова: *животноводство, анализ развития отрасли, модернизация животноводческой отрасли.*

ANALYSIS OF THE CONDITION OF TECHNICAL PROVIDING LIVESTOCK FARMS AND COMPLEXES

Brusenkov Aleksei,
Ph. D. in Technical Sciences, associate professor of «Agro-engineering» Department, e-mail: aleksei_brusenkov@mail.ru
Kapustin Vasilii,
Doctor in Technical Sciences, Professor of «Agro-engineering» Department,

e-mail: prof@yandex.ru

Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Education «Tambov State Technical University»

Abstract. *It is known that development of branch of livestock production substantially is defined by the technical base which is a basis for realization of the mechanized technologies. The carried-out analysis of a condition of the equipment of livestock branch has shown that nearly 80% of cars and the equipment are operated outside depreciation term. At middle service life of the livestock equipment about 7 years the majority of technical means is operated more than 10 years, it physically also has become morally outdated that not only leads to growth of costs of her maintenance in operating state, but also interferes with improvement of the production technology of production, contents and feeding of animals. It is shown that the displacement of the domestic production technique by Western models took place in the conditions of the free market and the reform of the agroindustrial complex. It is established that the modern unsatisfactory financial position of rural producers, low level of profitability of production of livestock production doesn't allow them to carry out independently hardware and modernization of livestock farms, especially in the conditions of constant increase in prices for the acquired equipment without the state support and allocation of target grants. Researches and synthesis of experience of the advanced farms and the countries with intensive development of livestock production convince that cardinal changes of economic policy and creation of economic mechanisms of material stimulation of producers of various forms of ownership for the purpose of increase in the outputs and improvement of quality of production are necessary for real and effective revival of this branch. For this purpose it is necessary to create necessary economic conditions, to provide farms with highly qualified personnel and necessary innovative domestic technology of the Russian production of high level of reliability.*

Keywords: *livestock production, analysis of development of branch, modernization of livestock branch.*

Введение. Одной из основных задач Правительства России является обеспечение населения страны качественными продуктами питания и сохранение продуктовой безопасности страны. Анализ развития отрасли животноводства показывает, что, несмотря на принятые в последние годы меры поддержки со стороны государства, направленные на его возрождение и развитие (национальный проект «Развитие АПК», Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013…2020 годы), отрасль в настоящее время не в полном объёме обеспечивает потребности страны в высококачественных продуктах питания. Уровень самообеспеченности в мясе и мясопродуктах составляет 12…15%, молоком – 80,2%. Потребление мяса и мясопродуктов на душу населения составляет 69…72 кг в год, молока и молокопродуктов 246…247 кг, что меньше установленной медициной нормы потребления – соответственно 72,5 и 330 кг [1]. По данным Росстата, импорт продовольствия и сельскохозяйственного сырья в 2013 году составил 43,1 млрд. рублей: импорт мяса вырос в 4,5 раза; молока и сливок – в 4,6 раза; сливочного масла – в 5,2 раза. В настоящее время доля импортных продуктов питания в рационе населения России составляет около 40% [1,2].

Результаты и их обсуждение. Острейшей экономической проблемой в животноводстве продолжает оставаться низкая конкурентоспособность отечественной продукции, обусловленная высокими затратами ресурсов – кормов, рабочего времени, энергии на получение продукции, обслуживание животных, низкими показателями продуктивности и

воспроизводства стада, технического оснащения ферм и применения современных ресурсосберегающих технологий. Затраты кормов на 1 ц молока в сельхозпредприятиях составляют 1,22…1,30 ц корм. ед., привеса скота – 13,9…14,2 ц корм. ед., свиней – 6,4…6,8 ц корм. ед., концентрированных кормов – 5,9…6 ц корм. ед. По удельным затратам кормов на производство продукции животноводства Россия превосходит западные страны в 1,5…2 раза, рабочего времени и электроэнергии – в 2,5…3 раза и выше [1]. Продуктивность коров, привесы скота на откорме и привесы свиней в 1,5…2,5 раза меньше, чем в странах Западной Европы. С учётом изложенного, модернизация животноводческой отрасли в современных условиях является важнейшим направлением технического прогресса, обеспечивающим рост производства, повышение его эффективности и улучшение качества продукции животноводства и должна осуществляться комплексно, включая все элементы технологии – кормовую базу, реконструкцию зданий и сооружений, замену устаревших и малоэффективных комплексов машин и оборудования на более ресурсосберегающие и высокопроизводительные, совершенствование организации и оплаты труда работников и т. д. [1,2].

Неудовлетворительное финансовое положение сельских товаропроизводителей, низкий уровень рентабельности продукции животноводства не позволяет им самостоятельно осуществлять техническое оснащение и модернизацию ферм, особенно в условиях постоянного роста цен на приобретаемую технику (в частности – импортную), без действенной государственной поддержки и выделения целевых дотаций. Без осуществления этих мероприятий не может быть обеспечена ни продовольственная безопасность страны, ни достигнут необходимый уровень конкурентоспособности производимой продукции, ни улучшена социально-экономическая ситуация в аграрном секторе экономики [3]. Минсельхоз России проводит работу по вопросам импортозамещения. Предусматривается стимулирование приобретения сельхозпредприятиями высокотехнологичных машин для растениеводства, животноводства и кормопроизводства путём предоставления субсидий за счёт средств федерального бюджета производителям сельскохозяйственной техники, реализуемой сельскохозяйственным товаропроизводителям со скидкой в размере и по перечню, которые утверждаются Правительством Российской Федерации (постановление Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2012 г. №1432 «Об утверждении правил предоставления субсидий производителям сельскохозяйственной техники»), в том числе: субсидии производителям сельскохозяйственной техники за продажу техники сельхозтоваропроизводителям с 15%-ой скидкой, финансовая аренда (лизинг) и предоставление субсидий на возмещение части затрат на оплату процентов по инвестиционным кредитам. Кроме федеральных мер, действуют и региональные программы поддержки технической и технологической модернизации сельского хозяйства. Так в 2015 году, за счёт господдержки сельскохозяйственного машиностроения, удалось по льготным ценам увеличить количество приобретённой техники на 1,4 раза (на 10 тыс. единиц), а в 2016 году – в два раза больше (на 20 тыс. единиц) [4,5].

В России практически прекратили функционировать специализированные заводы по производству техники для животноводства, разрушены базы ремонта, технического сервиса и система подготовки инженерных кадров для села. Страна находится в экономической зависимости от импорта техники и продукции животноводства, Свыше 90% поступающей на рынок техники производится зарубежными фирмами. Как показывает практика, среди импортируемого оборудования для молочных ферм у хозяйств наибольшим спросом

пользуются доильное оборудование и раздатчики-смесители кормов. Такой выбор не случаен, поскольку перечисленное оборудование во многом предопределяет количество и качество молока и, соответственно, в целом эффективность отрасли. На долю этих процессов приходиться около 60…65% всех трудовых затрат на ферме. Техническая оснащённость отрасли не соответствует нормативным требованиям, ежегодное обновление техники не превышает 2…4% вместо 8…12% по нормативам. В настоящее время в хозяйствах РФ эксплуатируется около 28,6 тыс. доильных установок, 24 тыс. ёмкостей для охлаждения молока, 24 тыс. кормораздатчиков. Более 70 % парка техники в животноводстве используется сверх амортизационного срока – в своём большинстве оно оснащено образцами морально устаревшей и физически изношенной техники, что не только приводит к росту затрат на её поддержание в работоспособном состоянии, но и препятствует совершенствованию технологии производства продукции, содержания и кормления животных. В отрасли имеется только 4 % технологического оборудования, которое отвечает современным требованиям, а затраты на поддержание машин в работоспособном состоянии составляют более 20 млрд. рублей в год [2,6]. Опыт показывает, что стоимость машин и обслуживания зарубежных фирм в 1,5…3 раза выше аналогичных отечественных, производимых на неспециализированных предприятиях. Также при этом существенно выше затраты на запчасти, ремонт и технический сервис, причём удельный вес последнего в себестоимости продукции достигает 12…15% [5]. Нарушение паритета цен, большой объём кредиторской задолженности сельхозтоваропроизводителей и низкий уровень господдержки (в 3…9 раз ниже, чем в странах ЕС), не позволяет сельскому хозяйству, и в частности животноводству, самостоятельно перейти на инновационный путь развития [2,3]. Восстановление производства продукции животноводства в условиях рынка и конкурентной борьбы может быть обеспечено только на качественно новом технологическом и техническом уровнях, позволяющих более полно реализовать генетический потенциал животных, рационально использовать корма, рабочее время, энергетические и финансовые ресурсы, основные фонды и получать высококачественные экологически чистые продукты.

Исходя из изложенного, важным направлением технического прогресса в механизации и автоматизации животноводства является модернизация действующей техники на основе применения новых узлов и агрегатов, систем автоматизации. Модернизация позволяет не только повысить сроки использования действующих машин и установок, но и на качественно новый уровень поднять их технико-экономические параметры – надёжность, производительность, снизить удельные затраты энергии и других ресурсов, улучшить условия труда работников ферм. Модернизация по сравнению с созданием новых машин является и более экономичным мероприятием. Особенно необходимо и целесообразно проводить модернизацию техники, отличающейся высокой металлоемкостью корпусных элементов конструкции – дробилки, мобильные раздатчики кормов, доильные установки, ёмкости для хранения и охлаждения молока. Замена морально устаревших узлов и агрегатов позволяет повысить их технический уровень с минимальными инвестициями [7,8].

Заключение. Для восстановления производственного технологического потенциала животноводческих ферм и комплексов необходимо не только создание и освоение производства машин и оборудования нового поколения, но и совершенствование системы технического обслуживания и диагностирования этой техники. На основе применения прогрессивных ресурсо- и энергосберегающих технологий, создаваемая и осваиваемая производством техника будет соответствовать современным стандартам и требованиям по

надёжности и долговечности благодаря использованию в конструкциях последних достижений науки и техники.

Список литературы

1. Морозов, Н.М. Инновационные направления механизации и автоматизации животноводства / Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК: материалы VII Международной научно-практической конференции. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. – С. 38-47.

2. Скоркин, В.К. Инновационные технологии и технические средства для производства конкурентоспособной продукции. – Вестник ВНИИМЖ, 2016. – №2(22). – С. 110-117.

3. Иванов, Ю.А. Результаты исследований НИУ ФАНО России по созданию инновационной техники и ресурсосберегающих технологий производства продукции животноводства. – Вестник ВНИИМЖ, 2016. – №2(22). – С. 4-13.

4. Вельматов, А.А. Роль технической и технологической модернизации АПК в реализации государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013…2020 годы / Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК: материалы VII Международной научно-практической конференции. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. – С.3-5.

5. Морозов, Н.М. Анализ развития животноводства в России / Н.М. Морозов, А.Н. Рассказов. - Вестник ВНИИМЖ, 2016. – №2(22). – С. 126-133.

6. Черноиванов, В.И. Технический сервис технологического оборудования животноводческих ферм и комплексов как условие повышения эффективности отраслей животноводства / В.И. Черноиванов, А.Г. Елисеев. – Вестник ВНИИМЖ, 2013. – №2(10). – С. 35-42.

7. «Стратегия машинно-технологического обеспечения производства продукции животноводства на период до 2020 года». – Подольск, 2009г.

8. Морозов, А.И. Состояние и перспективы развития технических средств для животноводческих ферм. / А.И. Морозов, В.С. Горбачёв, И.П. Алексеев // Общие проблемы технического обеспечения агропромышленного производства: научные труды. – ВНИИМСХ. – Москва – том 130. – 2000. – С.26-34.

References

1. Morozov, N. M. Innovative directions of mechanization and automation of MS-photovolta / Scientific information support of innovative development of agriculture: materials of VII International scientific-practical conference. – M.: FSBSI «Rosinformagrotech», 2014. – S. 38-47.

2. Skorkin, V. K. Innovative technologies and technical means for the production of competitive products. – Herald of VNIIMI, 2016. – №2(22). – S. 110-117.

3. Ivanov, Yu. A. Results of studies of the higher school of Economics FANO Russia for the creation of innovation technology and resource-saving technologies of production of livestock products. – Herald of VNIIMI, 2016. – №2 (22). – S. 4-13.

4. Velimetov, A. A. the Role of technical and technological modernization of agriculture in the implementation of the state program of development of agriculture and regulation of markets of agricultural products, raw materials and food for 2013...2020 / Scientific information support of innovative development of agriculture: materials of VII International scientific-practical conference. – M.: FSBSI «Rosinformagrotech», 2014. – S. 3-5.

5. Morozov, N. M. Analysis of cattle breeding in Russia / N. M. Morozov, A. N. Stories. -

Herald of VNIIMI, 2016. – №2(22). – S. 126-133.

6. Chernoivanov V. I. Technical services process equipment belly-nowoczesny farms as a condition for increasing the efficiency of the branches belly of livestock / V. I. Chernoivanov, A. G. Eliseev. – Herald of VNIIMI, 2013. – №2(10). – S. 35-42.

7. «The strategy of technological provisions of production of livestock products for the period till 2020». – Podolsk, 2009.

8. Morozov, A. I. State and perspectives of development of technical means-fotovoltaica farms. / A. I. Morozov, V. Gorbachev, I. Alekseev // the General problems of technical support of agricultural production: scientific works. – ATTEN-ISH. – Moscow – Tom 130. – 2000. – S. 26-34.

УДК 631.354

ИЗМЕНЕНИЕ ПОТЕРЬ ЗЕРНА ЗА ЗЕРНОУБОРОЧНЫМИ КОМБАЙНАМИ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Ерохин Геннадий Николаевич,
кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, E-mail: witin4@rambler.ru
Коновский Валерий Викторович,
научный сотрудник, E-mail: witin4@rambler.ru
ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов

Реферат. *Известно, что эффективность уборки зерновых культур связана с уровнем потерь зерна за зерноуборочными комбайнами, в реальных условиях эксплуатации эти потери варьируют в широких пределах. Установлено, что одной из причин повышенных потерь зерна за комбайнами является объективное изменение показателя «потери зерна» за комбайном в течение срока его эксплуатации. В данной работе исследуется влияние наработки комбайнов на уровень потерь зерна для современных зерноуборочных комбайнов Acros-530 и Палессе GS12. Предложен методический подход оценки потерь зерна за комбайнами, сглаживающий влияние условий уборки. Определены потери зерна за комбайнами в 12-ти группах наблюдения. Общее количество наблюдаемых комбайнов с наработкой более 750 часов составило 32 комбайна, с наработкой менее 750 часов 22 комбайна. Определены показатели приведенных потерь зерна за комбайнами. Получена статистическая зависимость приведенных потерь зерна от наработки комбайна с начала эксплуатации. Выявлено, что потери зерна за комбайнами исследуемых марок Acros-530 и Палессе GS12 при наработке до 1000 ч сопоставимы с потерями нового комбайна. С увеличением наработки происходит рост потерь зерна. Установлено, что при наработке 1800 часов потери зерна за комбайном в 1,8 раза выше, чем у комбайна с наработкой менее 1000 часов. Рост потерь зерна за комбайном с увеличением наработки объясняется возникновением возможных дефектов узлов и агрегатов комбайна, влияющих на качество технологического процесса. Полученные результаты позволяют повысить точность прогноза потерь зерна при уборке зерноуборочными комбайнами и повысить эффективность их использования в сельскохозяйственном предприятии.*

Ключевые слова: *зерноуборочный комбайн, потери зерна, наработка.*

CHANGE OF LOSS OF GRAIN FOR GRAIN COLLECTIVE COMBINES IN THE OPERATION PROCESS

Erokhin Gennady,
PhD (Technical), leading researcher, E-mail: witin4@rambler.ru
Konovskiy Valery,
scientific researcher, E-mail: witin4@rambler.ru
FSBSI All-Russian Scientific Research Institute of Use of Machinery and Oil Products in Agriculture, Tambov

Abstract. *It is known that the efficiency of harvesting grain crops is associated with the level of grain losses for combine harvesters, these losses vary widely in real operating conditions. It is established that one of the reasons for the increased losses of grain behind combines is an objective change in the index of "grain loss" over the combine during its lifetime. The losses of grain for harvesters in 12 observation groups are determined. Acros-530 and Palesse GS12 is investigated in this work. A methodical approach to assessing grain losses over harvesters, smoothing the effect of harvesting conditions, was proposed. The loss of grain for combines in 12 observation groups was determined. The total number of observed harvesters with a working time of more than 750 hours was 32 combines, with a production time of less than 750 hours, 22 combines. The indicators of reduced losses of grain for harvesters are determined. The statistical dependence of the reduced losses of grain on the operating time of the combine has been obtained from the beginning of operation. It was revealed that the loss of grain for the combine harvesters Acros-530 and PALESSE GS12 with the operating time of up to 1000 h is comparable with the losses of the new combine. With an increase in operating time, grain losses increase. With an operating time of 1800 hours, the loss of grain behind the combine is 1.8 times higher than that of a combine harvester with operating time less than 1000 hours. Growth of losses of grain behind a combine with an increase in operating time is explained by occurrence of possible defects of units and aggregates of a combine that influence the quality of the technological process. The obtained results allow to increase the accuracy of the forecast of grain losses during harvesting by combine harvesters and increase the efficiency of their use in an agricultural enterprise.*

Key words: *combine harvester, grain loss, operating time.*

Введение. Потери зерна за зерноуборочным комбайном являются важной характеристикой качества выполнения технологического процесса уборки зерновых культур. Этот показатель влияет на эффективность применения зерноуборочного комбайна по назначению [1,2,3]. В реальных условиях величина потерь зерна за комбайном варьирует в широких пределах от 0,7% до 10%. Столь значительная разница объясняется тем, что потери зерна в общем случае зависят от конструкции комбайна, скоростного режима и технологических настроек, условий проведения уборочных работ. При нормальных условиях уборки, согласно агротребованиям, величина потерь зерна за комбайном не должна превышать 2,5 %. Мониторинг работы зерноуборочных комбайнов показывает, что даже при нормальных условиях и правильной технологической настройке часть комбайнов работает с превышением этого нормативного значения. Одной из причин подобной ситуации является объективное изменение показателя «потери зерна» за комбайном в течение срока его эксплуатации. Исследования, выполненные на примере комбайнов «Дон-1500» [4,5], показывают, что значимое увеличение потерь зерна наступает после достижения наработки по основному времени 725…750 часов. При наработке 1500 часов они могут достигать 8%.

Материалы и методы. Проведение исследований базируется на мониторинге работы зерноуборочных комбайнов в условиях реальной эксплуатации [6,7,8]. Полученная при мониторинге информация является исходной базой для практической апробации методического подхода оценки влияния наработки комбайнов на уровень потерь зерна.

Результаты и обсуждение. В данной работе предпринята попытка провести исследования влияния наработки комбайнов на уровень потерь зерна для современных зерноуборочных комбайнов Acros-530 и Палессе GS12 (Полесье 1218). Учитывая подобие конструкции принята гипотеза, что и для этих комбайнов значимое увеличение потерь зерна по сравнению с новой машиной также наступает после 725… 750 часов наработки. Разработан методический подход исследования потерь зерна в зависимости от наработки комбайна. Суть его заключается в следующем.

Потери зерна за комбайнами определяются замерами при работе группы комбайнов на одном поле (в дальнейшем группа наблюдения). Скоростной режим [9] и технологические регулировки должны соответствовать рекомендациям изгототовителя комбайна. При этом фиксируются условия уборки (культура, урожайность, соломистость, полеглость, влажность) и наработка комбайнов с начала эксплуатации. Обязательным условием группы наблюдения является наличие в ней не менее одного комбайна с наработкой менее 750 часов основной работы. Для сопоставимости результатов замеров потерь зерна и сглаживания влияния условий уборки в каждой группе определяются приведенные потери, представляющие собой отношение показателей потерь зерна за комбайном с определенной наработкой более 750 часов к соответствующему показателю комбайна с наработкой до 750 часов. Если таких комбайнов в группе несколько, то в качестве делителя в отношении используется среднее значение потерь комбайнов с наработкой до 750 часов. В общем виде приведенные потери зерна за комбайном в группе наблюдения определяются по формуле:

$$П_{РЗ} = {П_З}/{П_{Зср}}, \quad (1)$$

где $П_З$ - фактические потери зерна за комбайном с наработкой более 750 часов, %, $П_{Зср}$ - среднее значение потерь зерна в группе наблюдения за комбайнами с наработкой менее 750 часов.

Используя данный методический подход, в течение 2013…2016 годов выполнялся мониторинг потерь зерна за комбайнами следующих марок: Acros-530 и ПАЛЕССЕ GS12. Были определены потери зерна за комбайнами в 12-ти группах наблюдения [10]. Общее количество наблюдаемых комбайнов с наработкой более 750 часов составило 32 комбайна, с наработкой менее 750 часов 22 комбайна. В качестве примера в таблицах 1, 2 приведены исходные данные и результаты определения показателей по одной группе наблюдения. На рисунке 1 показаны точки, характеризующие потери зерна по 32-ум наблюдаемым комбайнам с наработкой более 750 часов.

Таблица 1 - Условия измерения потерь зерна группы зерноуборочных комбайнов

Показатель	Значение
Область, район	Тамбовская, Тамбовский
Хозяйство	Колхоз-племенной завод им Ленина
Дата выполнения замеров	02.08.2016г.
Культура	Озимая пшеница
Урожайность,т/га	3,2
Способ уборки	Прямое комбайнирование
Отношение зерна к соломистой массе	1:1,4

Влажность, %: зерна соломы	15 12
Полеглость,%	4
Засоренность,%	5

Таблица 2 - Результаты измерения потерь зерна в группе зерноуборочных комбайнов

Марка комбайна	Сезон эксплуатации	Наработка с начала эксплуатации, ч	Потери зерна за комбайном, %	Приведенные потери
Acros-530	4	616	2,68	
ПАЛЕССЕ GS12	3	376	2,96	
Среднее			2,82	
Acros-530	9	1620	5,38	1,91
Acros-530	7	890	3,66	1,30

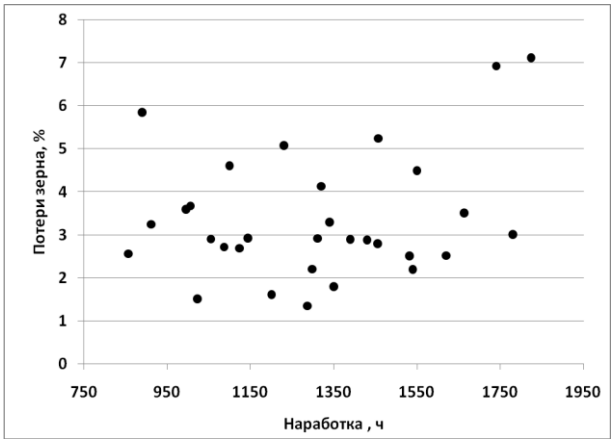


Рисунок 1 - Потери зерна за комбайнами при наработке более 750 часов

Как видно из рисунка 1, потери зерна представляют собой поле значений с рассеиванием в диапазоне от 1,2 % до 7,1 %. Явной статистической зависимости потерь зерна и наработки комбайна по таким данным не просматривается. Объясняется это существенным влиянием условий уборки на величину потерь зерна за комбайном. С целью устранения данного влияния была проведена обработка по группам наблюдений и определены показатели приведенных потерь зерна по этим же 32-м комбайнам с наработкой более 750 часов. Полученные данные иллюстрируются рисунком 2.

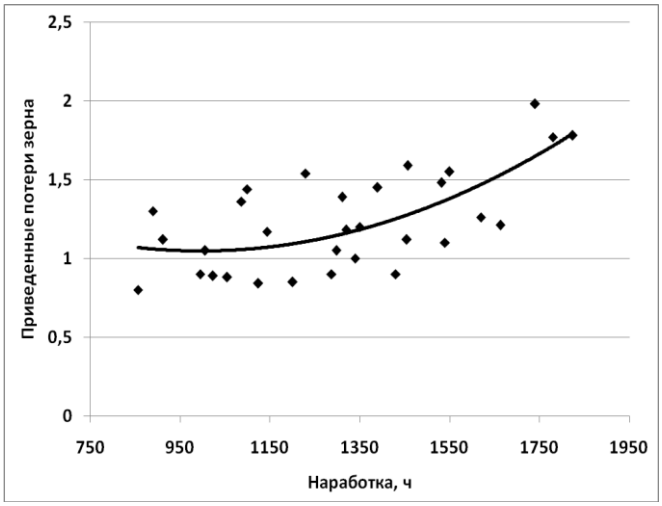


Рисунок 2 – Приведенные потери зерна за комбайнами при наработке более 750 часов

Приведенные потери (рисунок 2) имеют более тесную связь с наработкой комбайна. Коэффициент достоверности аппроксимации составляет R^2 =0,585.

Уравнение регрессии, аппроксимирующее эту статистическую зависимость, имеет вид:

$$П_{РЗ} = 1{,}137 \cdot 10^{-6} \cdot t^2 - 2{,}211 \cdot 10^{-3} \cdot t + 2{,}115 \qquad (2)$$

где $П_{РЗ}$ – приведенные потери зерна за комбайном; t - наработка с начала эксплуатации по времени основной работы (t>850), ч.

Анализ зависимости на рисунке 2 показывает, что потери зерна за комбайнами исследуемых марок Acros-530 и Палессе GS12 при наработке до 1000 ч сопоставимы с потерями нового комбайна. С увеличением наработки происходит рост потерь зерна. Так при наработке 1800 часов потери зерна за комбайном в 1,8 раза выше, чем у комбайна с наработкой менее 1000 часов. Рост потерь зерна за комбайном с увеличением наработки объясняется возникновением возможных дефектов узлов и агрегатов комбайна [11], влияющих на качество технологического процесса.

Например, у молотильного барабана наблюдается износ рабочей поверхности бичей. Дека барабана подвержена прогибу в центре и дефектам сепарирующей части. Верхнее, нижнее решета имеют неравномерные зазоры и затруднена их регулировка. Вариаторы молотильного барабана и вентилятора очистки не обеспечивают регулировку частоты вращения в заданных пределах. Клавиши соломотряса, как правило, имеют деформацию сепарирующей поверхности. Системы индикации потерь зерна теряют работоспособность вследствие неисправности электронных блоков, датчиков и соединительных цепей. В условиях реальной эксплуатации эти дефекты зачастую не устраняются. Как следствие, комбайны старше 7-10 лет работают с повышенными потерями зерна. В среднем за сезон данные потери могут составлять 20-30 тонн зерна на один комбайн.

Заключение. Результаты мониторинга работы зерноуборочных комбайнов Acros-530 и ПАЛЕССЕ GS12 свидетельствуют о значимом изменении потерь зерна за комбайнами после наработки 1000 часов. Полученная зависимость (2) позволяет оценить эти потери и повысить достоверность и точность оценки эффективности использования комбайна в сельхозпредприятии.

Список литературы

1. Ерохин, Г.Н. Потери эффективности уборки зерновых культур в сельхозпредприятии / Г.Н. Ерохин, А.С. Решетов // Наука в Центральной России. – 2013. - №1. - С.46-50.

2. Ерохин, Г.Н. Результаты оценки пропускной способности зерноуборочных комбайнов в условиях реальной эксплуатации / Г.Н. Ерохин, В.В. Коновский // Наука в центральной России. – 2013. – №6. – С.45-48.

3. Ерохин, Г.Н. Влияние автоматической системы контроля на эффективность использования комбайна Дон-1500 / Г.Н. Ерохин, В.В. Коновский // Техника в сельском хозяйстве. – 2009. – №4. – С.29-30.

4. Ерохин, Г.Н. Мониторинг качества технологического процесса уборки зерновых культур комбайном Дон-1500 / Г.Н.Ерохин, В.В. Коновский, Д.С. Орешкин// Техника и оборудование для села. –2007. – №6. – С.10-11.

5. Ерохин, Г.Н. Влияние технологических регулировок на потери зерна за молотилкой комбайна «Дон-1500» / Г.Н.Ерохин, А.С. Решетов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. −2003 − №6. – С.18-19.

6. Ерохин, Г.Н. Надежность зерноуборочных комбайнов в реальных условиях эксплуатации / Г.Н.Ерохин, В.В. Коновский // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2014. – № 1. – С. 37-40.

7. Ерохин, Г.Н. Мониторинг показателей надежности зерноуборочного комбайна Acros 530 / Г.Н. Ерохин, В.В. Коновский // Наука в центральной России. – 2014. – № 1(7). – С.16-20.

8. Ерохин, Г.Н. Оценка эксплуатационных свойств зерноуборочных комбайнов ACROS 530 и John Deer W650 / Г.Н. Ерохин, С.Н.Сазонов, В.В. Коновский // Вестник Мичуринского аграрного университета. - Мичуринск: 2014. - №1. – С.68-71.

9. Ерохин, Г.Н. Оценка уровня использования производительности зерноуборочных комбайнов /Г.Н.Ерохин, А.С.Решетов, В.В. Коновский // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – № 7. – С.30-32.

10. Методика оценки потерь зерна за комбайном "Дон-1500" / В.Н Жданов, Г.Н.Ерохин, В.А. Саяпин, В.К. Полянин. – М.: АгроНИИТЭИИТО, 1989. – 12с.

11. Ерохин, Г.Н. Моделирование потерь зерна за зерноуборочными комбайнами /Г.Н.Ерохин, С.Н.Сазонов, В.В.Коновский // Вестник Мичуринского аграрного университета. - Мичуринск: 2014. - №2. – С.65-68.

References

1. Erohin, G.N. Poteri ehffektivnosti uborki zernovyh kul'tur v sel'hozpredpriyatii / G.N. Erohin, A.S. Reshetov // Nauka v Central'noj Rossii. – 2013. - №1. - S.46-50.

2. Erohin, G.N. Rezul'taty ocenki propusknoj sposobnosti zernouborochnyh kombajnov v usloviyah real'noj ehkspluatacii / G.N. Erohin, V.V. Konovskij // Nauka v central'noj Rossii. – 2013. – №6. – S.45-48.

3. Erohin, G.N. Vliyanie avtomaticheskoj sistemy kontrolya na ehffektivnost' ispol'zovaniya kombajna Don-1500 / G.N. Erohin, V.V. Konovskij // Tekhnika v sel'skom hozyajstve. – 2009. – №4. – S.29-30.

4. Erohin, G.N. Monitoring kachestva tekhnologicheskogo processa uborki zernovyh kul'tur kombajnom Don-1500 / G.N.Erohin, V.V.Konovskij, D.S.Oreshkin// Tekhnika i oborudovanie dlya sela. –2007. – №6. – S.10-11.

5. Erohin, G.N. Vliyanie tekhnologicheskih regulirovok na poteri zerna za molotilkoj kombajna «Don-1500»/ G.N.Erohin, A.S. Reshetov // Mekhanizaciya i ehlektrifikaciya sel'skogo hozyajstva. −2003 − №6. – S.18-19.

6. Erohin, G.N. Nadezhnost' zernouborochnyh kombajnov v real'nyh usloviyah ehkspluatacii / G.N.Erohin, V.V. Konovskij // Sel'skohozyajstvennaya tekhnika: obsluzhivanie i remont. – 2014. – № 1. – S. 37-40.

7. Erohin, G.N. Monitoring pokazatelej nadezhnosti zernouborochnogo kombajna Acros 530 / G.N. Erohin, V.V. Konovskij // Nauka v central'noj Rossii. – 2014. – № 1(7). – S.16-20.

8. Erohin, G.N. Ocenka ehkspluatacionnyh svojstv zernouborochnyh kombajnov ACROS 530 i John Deer W650 / G.N. Erohin, S.N.Sazonov, V.V. Konovskij // Vestnik Michurinskogo agrarnogo universiteta. - Michurinsk: 2014. - №1. – S.68-71.

9. Erohin, G.N. Ocenka urovnya ispol'zovaniya proizvoditel'nosti zernouborochnyh kombajnov /G.N.Erohin, A.S.Reshetov, V.V.Konovskij // Traktory i sel'hozmashiny. – 2014. – № 7. – S.30-32.

10. Metodika ocenki poter' zerna za kombajnom "Don-1500" / V.N ZHdanov, G.N.Erohin, V.A.Sayapin, V.K. Polyanin . – M.: AgroNIITEHIITO, 1989. – 12s.

11. Erohin, G.N. Modelirovanie poter' zerna za zernouborochnymi kombajnami /G.N.Erohin, S.N.Sazonov, V.V.Konovskij // Vestnik Michurinskogo agrarnogo universiteta. - Michurinsk: 2014. - №2. – S.65-68.

УДК: 662.758.2

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИЗОПРОПИЛОВОГО СПИРТА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БИОДОБАВКИ К ДИЗЕЛЬНОМУ ТОПЛИВУ

Камбулов Сергей Иванович,
доктор технических наук, главный научный сотрудник отдела механизации полеводства,
E-mail: kambulov.s@mail.ru
Бырько Сергей Иванович,
научный сотрудник отдела механизации полеводства,
Рыков Виктор Борисович,
доктор технических наук, главный научный сотрудник отдела механизации полеводства,
Колесник Валентина Владимировна,
научный сотрудник отдела механизации полеводства,
Дёмина Елена Борисовна,
научный сотрудник отдела механизации полеводства
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства» (ФГБНУ СКНИИМЭСХ)

Реферат. *Известно, что централизованное промышленное производство биодизельного топлива требует больших инвестиций. Предварительная оценка показала, что стоимость продукта, в 1,2-1,4 раза выше по сравнению с полученным непосредственно в сельхозпредприятиях. Разработанная ранее технология производства биотоплива предусматривала применение в качестве компонента реакции этерификации метилового спирта, который обладает высокой токсичностью и опасен для здоровья людей. Установлено, что существующие в Российской Федерации жесткие требования к приобретению, транспортировке и хранению метанола приводят к значительному увеличению (в 4-5 раза) накладных расходов, что ставит под сомнение целесообразность применения метилового спирта при производстве биотоплива. В ФГБНУ СКНИИМЭСХ (г. Зерноград, Ростовской области) проведены исследования оценивающие технологическую эффективность применения изопропилового спирта в качестве компонента при производстве биодобавки. Показано, что и*спользование изопропилового спирта в качестве компонента реакции этерификации позволяет увеличить безопасность при производстве биодобавки, снизить расходы на приобретение, транспортировку и хранение в сравнении с метиловым. *В результате исследований установлено оптимальное соотношение масло/спирт 5-6,5 при котором кинематическая вязкость биодобавки составила 4,5-4,9 мм^2/с, что соответствует ГОСТ 5365-2009. Проведена оценка достоверности взаимодействия между показателями биодобавки: кинематическая вязкость, высота осадка, и разность температур на входе/выходе гидродинамического смесителя и соотношении масло/спирт (изопропиловый). Использование изопропилового спирта при*

производстве биодобавки позволяет увеличить безопасность при ее производстве и снизить (в 4-5 раз) затраты на приобретение, транспортировку и хранение изопропилового спирта.

Ключевые слова: *альтернативное топливо, биодобавка, изопропиловый спирт, метиловый спирт, технология, кинематическая вязкость.*

PROCESS EFFICIENCY OF ISOPROPYL ALCOHOL IN THE PRODUCTION OF DIESEL FUEL BIOADDITIVE

Kambulov Sergei,
Main Researcher at the Department of mechanization of field crops, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, E-mail: kambulov.s@mail.ru
Byrko Sergei,
Researcher at the Department of mechanization of field crops
Rykov Viktor,
Main Researcher at the Department of mechanization of field crops, Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher
Kolesnik Valentina,
Researcher at the Department of mechanization of field crops
Demina Elena,
Researcher at the Department of mechanization of field crops
Federal state research institution of the North-Caucasian scientific research Institute of mechanization and electrification of agriculture

Abstract. *It is known that centralized industrial production of biodiesel requires a large investment. Preliminary assessment showed that the cost of the product, in 1,2-1,4 times higher compared to that received directly in agricultural enterprises. The biofuel technology developed earlier provided for the use of methyl alcohol as a component of the esterification reaction, which has a high toxicity and is dangerous to people's health. It is established that the strict requirements for the acquisition, transportation and storage of methanol in the Russian Federation lead to a significant increase (by 4-5 times) overhead costs, which casts doubt on the advisability of using methyl alcohol in the production of biofuels. In FGBNU SKNIIMESH (Zernograd, Rostov region) conducted studies evaluating the technological effectiveness of the use of isopropyl alcohol as a component in the production of bioadditives. It is shown that the use of isopropyl alcohol as a component of the esterification reaction makes it possible to increase safety in the production of bioadditives, to reduce the cost of acquisition, transportation and storage in comparison with methyl. As a result of the research, an optimal oil/alcohol ratio of 5-6.5 was established at which the kinematic viscosity of the bioadditive was 4,5-4,9 mm^2/s, which corresponds to GOST 5365-2009. The reliability of the interaction between the indicators of the bioadditive is estimated: the kinematic viscosity, the height of the sediment, and the difference in temperatures at the inlet/outlet of the hydrodynamic mixer and the oil/alcohol ratio (isopropyl). The use of isopropyl alcohol in the production of bioadditives makes it possible to increase safety in its production and to reduce (in 4-5 times) the cost of acquiring, transporting and storing isopropyl alcohol.*

Keywords: *alternative fuel, supplement, isopropyl alcohol, methyl alcohol, technology, kinematical viscosity.*

Введение. Начало XXI века характеризуется озабоченностью человечества проблемами истощения природных ресурсов и загрязнения окружающей среды. Человечество все в большей степени нарушает сложившиеся в природе процессы самовосстановления и

самоочищения. В этой связи особый интерес вызывают альтернативные топлива на основе биомассы, которая является органической частью экосистемы Земли, и регулярно возобновляется [1, 2].

Большой интерес для условий России представляет биодизельное топливо, которое обладает целым рядом преимуществ перед углеводородным топливом (более высокое цетановое число, низкое содержание серы, снижает выброс СО, СН и частиц при работе дизеля).

В результате проведенных в ФГБНУ СКНИИМЭСХ исследований [3, 4] разработана технология и технические средства для внутрихозяйственного производства и использования биотоплива на основе растительных масел непищевого назначения. Однако данная технология предусматривает применение в качестве компонента метилового спирта, который высокотоксичен и опасен для здоровья людей. С точки зрения безопасности это существенный негативный фактор при производстве биодобавки (особенно в условиях внутрихозяйственного производства) [5]. Таким образом, исследования направленные на замену метилового спирта как компонента реакции этерификации другими видами спирта без снижения качества биотоплива являются весьма актуальным.

Цель исследований состоит в определении возможности применения изопропилового спирта в качестве компонента реакции этерификации при производстве биотоплива. Оценку достоверности экспериментальных исследований проводили с использованием дисперсионного анализа.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в 2014-2015 гг. в ФГБНУ СКНИИМЭСХ (г. Зерноград, Ростовская область).Для достоверности оценки качества получаемого биотоплива с применением изопропилового спирта исследования проводились на той же установке, что и с метиловым спиртом с соблюдением требований технологии [6]. В качестве показателей качества выбраны кинематическая вязкость, высота осадка и разность температур на входе/выходе гидродинамического смесителя. Определение кинематической вязкости биодобавки определялось по стандартной методике испытаний с помощью вискозиметра ВПЖ-4 по ГОСТ 2477-85.

Результаты и обсуждение. В таблице 1 приведены результаты экспериментальных исследований по определению зависимости вязкости биодобавки, высоты осадка и разности температур от соотношения масло/спирт (изопропиловый).

Таблица 1 – Влияние соотношения масло/спирт на некоторые качественные показатели биодобавки

Повторность	Соотношение масло/спирт						
	5:1	5,75:1	6,5:1	7,25:1	8,75:1	9,5:1	10,25:1
Вязкость при 40^0С, $мм^2/с$							
1	4,6	4,7	4,9	5,3	5,8	6,1	6,4
2	4,37	4,6	4,84	5,13	6,19	6,24	6,66
3	4,44	4,58	4,82	5,15	5,91	6,08	6,35
Среднее	4,47	4,63	4,85	5,19	5,97	6,14	6,47
Высота осадка, мм							
1	11,9	11,81	11,41	11,5	11,9	12,6	17,6
2	12,34	12,64	12,25	11,76	14,63	15,48	18,52
3	11,78	11,38	10,92	10,16	11,1	11,96	15,12
Среднее	12,01	11,94	11,53	11,14	12,55	13,35	17,08

Разность температур, ^{0}C							
1	-1,22	-1,03	-0,73	-0,53	-0,16	-0,27	-0,09
2	-0,73	-0,99	-0,86	-0,32	-0,28	0,01	0,19
3	-1,33	-1,11	-0,67	-0,66	0,15	-0,32	0,10
Среднее	-1,10	-1,04	-0,75	-0,50	-0,09	-0,19	0,07

Используя дисперсионный анализ [7], провели оценку достоверности взаимодействия между качественными показателями биодобавки: кинематическая вязкость, высоты осадка и разность температур на входе/выходе гидродинамического смесителя и соотношением масло/спирт (изопропиловый). Общую вариацию данных измерений можно представить как сумму вариаций по изменению соотношения масло/спирт и вариациям некоторых качественных показателей биодобавки по повторностям. Для определения общей вариации и ее компонентов рассчитаем квадраты по данным опытам, которые представлены в таблице 2. Так как средние значения некоторых качественных показателей биодобавки в зависимости от соотношения масло/спирт отличаются незначительно друг от друга был проведен дисперсионный анализ, чтобы проверить нулевую гипотезу о том, что различия в средних носит случайный характер, результаты которого проведены в таблице 3. Фактическое (расчётное) значение критерия Фишера значительно превышает табличное значение $F_{факт.}>F_{табл.}$ (5965,64>2,85; 300,10,6>2,85; 38,33>2,85), а это свидетельствует, что предположенная ранее нулевая гипотеза может быть отвергнута. То есть вязкость биодобавки, высота осадка и разность температур в значительной степени зависит от соотношения масло/спирт.

Таблица 2 – Таблица квадратов

Повторность	Соотношение масло/спирт							Итого
	5:1	5,75:1	6,5:1	7,25:1	8,75:1	9,5:1	10,25:1	
Вязкость при 40^{0}C, мм^2/с								
1	21,16	22,09	24,01	28,09	33,64	37,21	40,96	207,16
2	19,10	21,16	23,43	26,32	38,32	38,94	44,36	211,61
3	19,71	20,98	23,23	26,52	34,93	36,97	40,32	202,66
Итого сумма квадратов)	59,97	64,23	70,67	80,93	106,88	113,11	125,64	621,46
Квадрат сумм	179,83	192,65	211,99	242,74	320,41	339,30	376,75	1863,67
Высота осадка, мм								
1	141,61	139,48	130,19	132,25	141,61	158,79	309,76	1153,65
2	152,28	159,77	150,06	138,30	214,04	239,63	342,99	1397,06
3	138,77	129,50	119,25	103,23	123,43	143,04	228,61	985,83
Итого сумма квадратов)	432,65	428,75	399,50	373,77	479,08	541,43	881,36	3536,55
Квадрат сумм	1297,44	1283,79	1195,78	1116,90	1416,77	1603,20	2625,54	10539,41
Разность температур, ^{0}C								
1	1,50	1,06	0,54	0,28	0,03	0,07	0,01	3,49
2	0,53	0,99	0,74	0,10	0,08	0,00	0,04	2,47
3	1,78	1,23	0,45	0,44	0,02	0,10	0,01	4,02
Итого сумма квадратов)	3,81	3,28	0,72	0,82	0,13	0,17	0,05	9,99
Квадрат сумм	10,82	9,81	5,10	2,28	0,08	0,34	0,04	28,46

Таблица 3 – Результаты дисперсионного анализа влияния соотношения масло/спирт на качественные показатели биодобавки

Источники вариации	Суммы квадратов отклонений	Степень свободы вариации	дисперсии	Отношение дисперсий	
				$F_{факт}$	$F_{табл}$
Вязкость при 40^0С, мм^2/с					
групповая	532,48	6	88,75	5965,64	2,85
остаточная	0,21	14	0,02		
общая	532,69	20			
Высота осадка, мм					
групповая	3011,26	6	501,88	300,10	2,85
остаточная	23,41	14	1,67		
общая	3034,67	20			
Разность температур, ^{0}С					
групповая	8,13	6	1,36	38,33	2,85
остаточная	0,50	14	0,04		
общая	8,63	20			

Определим коэффициент корреляции для некоторых качественных показателей биодобавки: вязкость – η^2=0,998; высота осадка – η^2=0,992; разность температуры – η^2=0,943. Таким образом, значения корреляционных отношений близки к 1, следовательно, представленные качественные показатели биодобавки в высокой степени зависят от соотношения масло/спирт. Биодобавка, производимая с применением изопропилового спирта в качестве алкоголятора при соотношении масло/спирт 5-6,5 соответствует ГОСТ Р 53605-2009 по такому показателю, как кинематическая вязкость.

Для принятия окончательного решения о целесообразности применения изопропилового спирта для производства биодобавки необходимо провести моторные испытания полученного биотоплива.

Выводы. Использование изопропилового спирта в качестве компонента реакции этерификации позволяет увеличить безопасность при производстве биодобавки, снизить расходы на приобретение, транспортировку и хранение в сравнении с метиловым.

Биодобавка произведенная с использованием изопропилового спирта в качестве алкоголятора при соотношении масло/спирт 5-6,5 соответствует ГОСТ Р 53605-2009 по основному показателю – кинематическая вязкость.

Список литературы

1. Козлов, А.В. Оценка эффективности применения биодизельного моторного топлива в полном жизненном цикле / А.В. Козлов, А.С. Теренченко // Транспорт на альтернативном топливе. – 2008. – №2. – С. 26-28.

2. Кильчукова, О.Х. Расчет теплообменника метантенка биогазовой установки / О.Х. Кильчукова, А.Г. Фиапшев, М.М. Хамоков, Б.Б. Темукуев / Известия Горского государственного аграрного университета. – Т. 52. – №4. – 2015. – С. 192-198.

3. Улюкина Е.А., Нагорнов С.А., Романцова С.В. Свойства биотоплива растительного происхождения // Наука в центральной России. 2014.№2(8). С. 62-69.

4. Пахомов, В.И. Биотопливо: сделай сам / В.И. Пахомов, В.Б. Рыков, С.И. Камбулов // Agriculture. – 2009. – №1. – С. 56-59.

5. Пахомов, В.И. Производство биотоплива в условиях сельхозпредприятий / В.И.

Пахомов, В.Б. Рыков, С.И. Камбулов // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2011. – №4. – С. 13-16.

6. Захарчук, В.И. Показатели работы дизеля на экологически безопасности биодизельном топливе / В.И. Захарчук, В.В. Ткачук // Сельскохозяйственные машины и технологии. – №6. – 2011. – С. 31-34.

7. Бырько, С.И. Рациональные технологические параметры при производстве биодобавок для дизельного топлива / С.И. Бырько // В сб.: Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения. Материалы 5-й Международной научно-практической конференции в рамках 15-й Международной агропромышленной выставки «Интерагромаш-2012». – 2012. – С. 500-502.

8. Политова, И.Д. Дисперсионный и корреляционный анализ в экономике / И.Д. Политова // Учеб. пособие для эконом. факультетов с.-х. вызов. – М.: Экономика. – 1972. – С.223.

References

1. Kozlov, A.V. Ocenka jeffektivnosti primenenija biodizel'nogo motornogo topliva v polnom zhiznennom cikle / A.V. Kozlov, A.S. Terenchenko // Transport na al'ternativnom toplive. – 2008. – №2. – S. 26-28.

2. Kil'chukova, O.H. Raschet teploobmennika metantenka biogazovoj ustanovki / O.H. Kil'chukova, A.G. Fiapshev, M.M. Hamokov, B.B. Temukuev / Izvestija Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – T. 52. – №4. – 2015. – S. 192-198.

3. Uljukina E.A., Nagornov S.A., Romancova S.V. Svojstva biotopliva rastitel'nogo proishozhdenija // Nauka v central'noj Rossii. 2014.№2(8). S. 62-69.

4. Pahomov, V.I. Biotoplivo: sdelaj sam / V.I. Pahomov, V.B. Rykov, S.I. Kambulov // Agriculture. – 2009. – №1. – S. 56-59.

5. Pahomov, V.I. Proizvodstvo biotopliva v uslovijah sel'hozpredprijatij / V.I. Paho-mov, V.B. Rykov, S.I. Kambulov // Sel'skohozjajstvennye mashiny i tehnologii. – 2011. – №4. – S. 13-16.

6. Zaharchuk, V.I. Pokazateli raboty dizelja na jekologicheski bezopasnosti biodizel'nom toplive / V.I. Zaharchuk, V.V. Tkachuk // Sel'skohozjajstvennye mashiny i tehnologii. – №6. – 2011. – S. 31-34.

7. Byr'ko, S.I. Racional'nye tehnologicheskie parametry pri proizvodstve biodoba-vok dlja dizel'nogo topliva / S.I. Byr'ko // V sb.: Sostojanie i perspektivy razvitija sel'-skohozjajstvennogo mashinostroenija. Materialy 5-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii v ramkah 15-j Mezhdunarodnoj agropromyshlennoj vystavki «Interagromash-2012». – 2012. – S. 500-502.

8. Politova, I.D. Dispersionnyj i korreljacionnyj analiz v jekonomike / I.D. Politova // Ucheb. posobie dlja jekonom. fakul'tetov s.-h. vyzov. – M.: Jekonomika. – 1972. – S.223.

УДК 631.1:633.521

КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

Поздняков Борис Алексеевич,
доктор экономических наук, главный научный сотрудник, E:mail:vniiml1@mail.ru
Перов Геннадий Анатольевич,
кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, E:mail:vniiml1@mail.ru
ФГБНУ ВНИИМЛ, г. Тверь

Реферат. *Известно, что на сегодняшний день в России механизированы все основные технологические операции по возделыванию и уборке льна-долгунца и производство льнопродукции в стоимостном выражении в расчёте на один чел.-ч живого труда в отечественном льноводстве в 4-5 раз меньше чем в льносеющих странах Западной Европы. Анализ показал, что основная причина сложившейся в России ситуации заключается в низком качестве волокнистой продукции - льнотресты, номер которой остался тем же, что и несколько десятилетий тому назад – на уровне 1.0. Низкое качество тресты связано с тем, что уборка льна-долгунца начинается на 2-3 недели позднее оптимальных сроков, когда достигнутый в процессе выращивания уровень качества волокнистой продукции снижается, а погодные условия для вылежки и сбора тресты становятся менее благоприятными. Установлено, что причина задержки с началом комбайновой уборки – это неприемлемо высокие затраты на сушку семенного вороха, который в фазе ранней жёлтой спелости стеблестоя имеет очень высокую влажность. Показано, что затраты на сушку превышают стоимость полученных семян. Установлено, что для снижения затрат, необходимо на основе конструктивного совершенствования льнокомбайнов уменьшить в семенном ворохе долю балластных примесей, а также осуществить переход на менее затратную технологию сушки. Показано, что своевременная уборка льна обеспечит также увеличение резерва времени для сбора кондиционной по влажности тресты непосредственно из лент рулонными пресс-подборщиками.*

Ключевые слова: *лён- долгунец, построение технологий, повышение эффективности, интенсификация, дифференциация, адаптация.*

THE CONCEPT OF CONSTRUCTION OF THE TECHNOLOGY OF FIBER FLAX PRODUCTION

Pozdnyakov Boris,
Doctor of Economics, Chief Researcher, FGBICU VNIIML, Tver,
Perov Gennady Anatolyevich,
Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher, FGBNU VNIIML,
Tver, vniiml1@mail.ruAnnotation.

Abstract. *It is known that all the main technological operations for cultivating and harvesting flax fiber are mechanized today in Russia and the production of flax products in terms of value per person-hour of live labor in domestic flax production is 4-5 times less than in flax-growing countries of Western Europe. The analysis showed that the main reason for the situation in Russia is the low quality of fiber products - flax truffles, the number of which remained the same as several decades ago - at the level of 1.0. The low quality of the flax straw is due to the fact that harvesting of flax fiber is begging in 2-3 weeks later than the optimal time, when the level of quality of fibrous products reached in the process of cultivation decreases, and the weather conditions for flax harvesting are less than favorable. It is found that the reason for the delay with the beginning of harvesting is unacceptably high costs for drying seed heap, which in the phase of early yellow ripeness of the stemstalk has a very high humidity. It is found that the reason for the delay with the beginning of harvesting is unacceptably high costs for drying seed heap, which in the phase of early yellow ripeness of the stemstalk has a very high humidity. It is shown that the cost of drying exceeds the cost of the seeds obtained. It is established that in order to reduce costs, it is necessary to*

reduce the proportion of ballast admixtures in the seed heap on the basis of the constructive improvement of flax harvesters, and also to switch to a less expensive drying technology. It is shown that timely flax harvesting will also ensure an increase in the time reserve for collection of humidity-compliant straw directly from the belts by roll presses.

Keywords: *fiber flax, the construction of technologies, improving the efficiency, intensification, differentiation, adaptation.*

Введение. В растениеводстве технология представляет собой систему последовательных операций, в результате которых осуществляется воздействие на предметы труда (почву и растения) в целях получения продукции необходимого качества. При этом технологические операции чередуются с периодами, когда проходят различные естественные процессы: рост и развитие растений, вылежка стеблей льна и превращение их в тресту, естественная сушка стеблей.

Основные требования к любой технологии – это экологическая безопасность и экономическая эффективность. Но если в большинстве отраслей промышленности, кроме добывающих, технология является основным фактором эффективности, от которого зависит себестоимость и качество полученной продукции и возможность её выгодной реализации, то в растениеводческих отраслях сельского хозяйства на эффективность существенно влияет ещё целый ряд факторов. К этим факторам можно отнести: уровень плодородия почвы и погодно-климатические условия; продуктивность возделываемых сортов; условия машиноиспользования (длина гона, каменистость и др.); ресурсный потенциал сельскохозяйственных предприятий, от которого зависит возможность своевременного выполнения технологических операций.

Очевидно, что в растениеводстве зависимость конечного результата от степени совершенства технологии может оказаться незначительной, особенно если другие факторы эффективности будут находиться в минимуме. Но при этом сама технология должна быть в достаточной мере совершенной, чтобы при благоприятных условиях производства обеспечить достижение высоких экономических результатов.

При испытании технологий возделывания льна-долгунца часто невозможно отделить эффект, обусловленный степенью совершенства технологии, от эффекта связанного с другими факторами и условиями производства. Например, применение раздельной уборки, как элемента комбинированной технологии уборки льна-долгунца может оказаться как эффективным, так и неэффективным в зависимости от степени созревания посевов, погодной ситуации, а также исходного уровня урожайности и качества стеблестоя.

То есть, рассматривая ту или иную технологию производства льна-долгунца, трудно заранее оценить, насколько она окажется эффективной и насколько существенным будет вклад самой технологии в формирование конечного результата. Поэтому при построении технологий необходимо руководствоваться такими принципами и направлениями их совершенствования, которые заведомо обеспечат достижение более высокого экономического эффекта [1-3].

В этом аспекте, одним из основных требований к технологиям возделывания льна-долгунца, является возможно более высокий уровень их интенсивности. Интенсификация представляет собой экономически оправданный рост дополнительных вложений на единицу посевной площади культуры. Результативным показателем уровня интенсивности технологии в льноводстве является производство продукции в стоимостном выражении в расчёте на гектар посева.

В льноводстве затраты на выполнение таких обязательных технологических операций как обработка почвы, посев, внесение гербицидов, комбайновая или раздельная уборка, оборачивание и ворошение лент и подбор тресты довольно велики. Они практически почти не зависят от уровня урожайности. Поэтому интенсификация технологии за счёт повышения плодородия почвы и использования более продуктивных сортов, которая обеспечивает повышение урожайности, ведёт также к снижению затрат на семена, гербициды и выполнение основных технологических операций на этапе возделывания и уборки в расчёте на единицу продукции (рисунок 1).

Рисунок 1. Затраты на семена, гербициды и выполнение полевых механизированных работ по возделыванию и уборке льна-долгунца в расчёте на 1т льнотресты в зависимости от её урожайности, тыс. руб.

Важнейшим фактором интенсификации технологий в растениеводстве является также наращивание суммарной производительности машинно-тракторного парка, так чтобы можно было обеспечить выполнение полевых механизированных работ в оптимальные сроки. В льноводстве это особенно важно, поскольку от своевременного выполнения уборочных работ существенно зависит качество волокнистой продукции и экономическая эффективность отрасли.

На рисунке 2 показано, насколько существенно снижаются затраты на уборку и первичную переработку в расчёте на 1000 рублей стоимости полученного льноволокна с ростом качества льнотресты. Снижение удельных затрат обусловлено следующими обстоятельствами. Во-первых, объём работ в сельскохозяйственной сфере при производстве более качественной и соответственно более ценной волокнистой продукции практически не увеличивается. Самое главное, чтобы все технологические операции выполнялись своевременно. Во-вторых, затраты на первичную переработку 1т более качественной тресты не возрастают, а стоимость полученного волокна в ценах реализации существенно увеличивается.

Представленная в федеральном регистре технологий производства продукции растениеводства, разработанном в 1999 году, классификация агротехнологий, предусматривала разделение их на 3 типа: нормальную, интенсивную и высокую [4]. Это не соответствует современной экономической ситуации в льноводстве. Дело в том, что так называемая «нормальная» технология производства льна-долгунца в современных условиях экономически неприемлема. Как показывают расчёты, при урожайности льноволокна 4 – 5 ц/га, льносемян 2,0 – 2,5 ц/га и среднем номере тресты 1,0, что соответствует параметрам «нормальной» технологии, стоимость полученной продукции (волокна и семян) по ценам реализации не превысит 29,5 тыс. руб./га при затратах на возделывание и первичную

переработку более 40,0 тыс. руб./га.

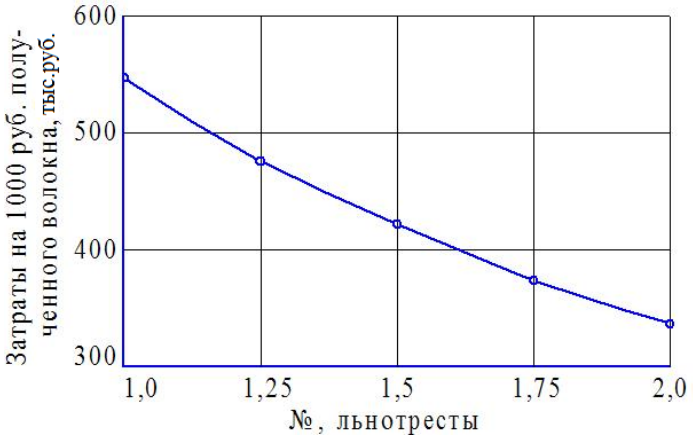


Рисунок 2. Затраты на уборку и первичную переработку льна-долгунца в расчёте на 1000 рублей стоимости полученного льноволокна в зависимости от качества льнотресты

Очевидно, что технология должна иметь значительно более высокий уровень интенсивности, и включать элементы, обеспечивающие существенный прирост выхода продукции по сравнению с затратами на их применение.

Таким образом, интенсификация технологии производства льна-долгунца является одним из основных направлений её совершенствования и повышения экономической эффективности. Наиболее актуальными, практически наиболее доступными и эффективными направлениями интенсификации льноводства являются повышение плодородия почвы, использование посевного материала с более высокими урожайными свойствами, повышение уровня обеспеченности техникой и квалифицированными кадрами трактористов-машинистов.

В дальнейшем интенсификация должна осуществляться на основе инноваций, окупаемость затрат на применение которых будет находиться на приемлемом для товаропроизводителя уровне. Крайне важно, чтобы все мероприятия по интенсификации технологий производства льна-долгунца применялись в комплексе [5]. Одним из традиционных требований, представленных к агротехнологиям является ресурсосбережение. Повышение уровня интенсивности технологий является основным фактором ресурсосбережения. Хотя на единицу посевной площади расход ресурсов в процессе интенсификации возрастает, на единицу продукции он снижается.

Второе направление ресурсосбережения в растениеводческих отраслях, в том числе и в льноводстве – это экономия трудовых энергетических и материальных ресурсов за счёт использования более энергонасыщенных технических средств, выполнения одним агрегатом сразу нескольких технологических операций: рыхления и выравнивания почвы; внесения удобрений, предпосевной обработки почвы и посева. В льноводстве важным фактором ресурсосбережения является также снижение затрат на сушку тех или иных компонентов урожая за счёт возможно более полного использования естественных факторов. Это снижение затрат на сушку семенного вороха путём применения раздельного способа уборки, а также уборки семенных посевов в конце жёлтой и начале полной спелости. Более широкое применение вспушивания лент перед их подбором рулонными прессами обеспечивает снижение влажности тресты, более полное сохранение её качества в период хранения и сокращение расхода топлива на сушку при первичной переработке.

Следующим фактором, обеспечивающим повышение эффективности технологий производства льна-долгунца является их дифференциация в соответствии с видом и необходимым качеством сопряженной продукции, на получение которой нацелена технология.

Если в кормопроизводстве дифференциация технологий, в связи с получением того или иного вида кормов начинается с момента уборки трав, то в льноводстве она начинается с дифференциации норм высева и состава удобрений. На этапе уборки дифференциация технологий осуществляется на основе выбора сроков и способов уборки в увязке с фазой спелости [6,7]. Если технология нацелена на получение высококачественных посевных семян, то уборочные работы необходимо выполнять в более поздние сроки во второй половине жёлтой и в начале полной спелости. Но в этом случае неизбежно снижение качества льнотресты, период вылежки и подъёма которой смещается на менее благоприятный по погодным условиям период времени. Уборка льна в ранние сроки является важным фактором повышения качества волокнистой продукции, но не позволяет получить высококачественные посевные семена.

На этапе первичной переработки льнотресты также целесообразно осуществлять дифференциацию технологий. Высококачественную льнотресту номеров 1,50; 1,75 и выше целесообразно перерабатывать на высокотехнологичном оборудовании в целях увеличения выхода длинного льноволокна. Для переработки тресты низкого качества целесообразно применять менее затратные технологии выделения льноволокна с использованием дезинтеграторов, поскольку переработка низкокачественной тресты на высокотехнологичном оборудовании не даёт существенного эффекта.

Важнейшим инновационным фактором повышения эффективности технологий возделывания льна-долгунца на современном этапе является также их адаптация к разнообразным почвенным и погодным условиям. Возможности адаптации технологий зависят, во-первых, от наличия у исполнителей знаний о методах её осуществления, а во-вторых, от наличия соответствующих материальных и технических средств.

Состав технологических операций по обработке почвы и требования к их выполнению зависят от гранулометрического состава почвы, предшествующей культуры, степени засорённости пахотного слоя вегетативными органами многолетних сорняков. Сроки зяблевой вспашки увязываются со сроками внесения общеистребительных гербицидов.

Состав и нормы внесения минеральных удобрений зависят от наличия в почве отдельных элементов питания, а виды, нормы и сроки применения гербицидов – от уровня засорённости и ботанического состава сорняков.

В период уборки цель адаптации – не только минимализация негативных последствий неблагоприятных погодных ситуаций, но и возможно более полное использование благоприятных погодных условий для достижения высоких результатов. Например, при раннем созревании посевов льна-долгунца, целесообразно шире применять раздельный способ уборки, поскольку в этом случае значительно выше шансы снизить потери семян. Но для этого хозяйство должно располагать соответствующими техническими средствами – достаточно совершенными подборщиками-очёсывателями. Если погодная ситуация сложилась таким образом, что дождливая погода в первой половине августа не давала возможности приступить к уборке и посевы на корню достигли фазы жёлтой спелости, то в такой ситуации раздельная уборка полностью исключается, и посевы убирают по комбайновой технологии с немедленным обмолотом семенного вороха и досушиванием

полученных семян.

Чтобы иметь возможность адаптации технологий уборки к различным погодным ситуациям в целях минимализации потерь урожая, льносеющие хозяйства должны располагать техническими средствами, как для раздельной, так и для комбайновой уборки. Соотношение этих способов уборки в разные годы может существенно отличаться. Наиболее важное значение имеет достаточный уровень обеспеченности техникой для приготовления и уборки льнотресты [8,9].

Таким образом, при разработке и отборе для практического применения технологий производства льна-долгунца следует ориентироваться на те их параметры, которые обеспечивают повышение экономической эффективности отрасли. К таким параметрам относятся: возможно более высокий уровень интенсивности; наличие энергосберегающих элементов; дифференциация технологий в зависимости от ориентации их на преимущественное получение одного из видов сопряженной продукции; наличие возможности осуществлять адаптацию технологий к разнообразным естественным условиям производства.

Список литературы

1. Ростовцев Р.А., Черников В.Г. Приоритеты в механизации современного льноводства // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2016. № 5. С. 2-4.

2. Uschapovsky I. The Russian flax sector: bottlenecks and solutions // Journal of Natural Fibers. 2009. Т. 6. № 1. С. 108-113.

3. Ростовцев Р.А., Шишин Д.А. Повышение эффективности уборки льна // В сборнике: Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК. Материалы VIII Международной научно-практической конференции "ИнформАгро-2016". 2016. С. 307-310.

4. Федеральный регистр технологий производства продукции растениеводства. – М.: Информагротех, 1999.

5. Поздняков Б.А., Великанова И.В., Фёдорова Т.Н. Методология проектирования эффективных технологий в льноводстве// Вестник Тверского гос. ун-та. Тверь, 2016. Серия «Экономика и управление», №1. С. 184-191.

6. Поздняков Б.А., Рожмина Н.Ю. Приоритетные направления модернизации льноводства в Российской Федерации// Техника и оборудование для села. 2015. № 9. С. 2-4.

7. Ковалев М.М., Галкин А.В., Андрощук В.С. Адаптивная технология комбинированной уборки льна-долгунца // В сборнике: Устойчивое развитие АПК регионов: ситуация и перспективы. Тверь. - 2015. С. 178-181. – 290с.

8. Поздняков Б.А., Рожмина Н.Ю., Великанова И.В. Перспективы технической модернизации льноводства// Агропродовольственная политика России. 2015. № 4. С. 32-34.

9. Ущаповский И.В., Басова Н.В., Новиков Э.В., Галкин А.В. Анализ состояния, проблемы и перспективы льнокомплекса России // Инновационные разработки производства и переработки лубяных культур: материалы Междунар. научно-практ. конф. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2016. – с.27-35. – 318 с.

References

1. Rostovcev R.A., Chernikov V.G. Prioritety v mehanizacii sovremennogo l'novodstva // Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva. 2016. № 5. S. 2-4.

2. Uschapovsky I. The Russian flax sector: bottlenecks and solutions // Journal of Natural Fibers. 2009. T. 6. № 1. S. 108-113.

3. Rostovcev R.A., Shishin D.A. Povyshenie jeffektivnosti uborki l'na // V sbornike: Nauchno-

informacionnoe obespechenie innovacionnogo razvitija APK. Materialy VIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii "InformAgro-2016". 2016. S. 307-310.

4. Federal'nyj registr tehnologij proizvodstva produkcii rastenievodstva. – M.: Informagroteh, 1999.

5. Pozdnjakov B.A., Velikanova I.V., Fjodorova T.N. Metodologija proektirovanija jeffektivnyh tehnologij v l'novodstve// Vestnik Tverskogo gos. un-ta. Tver', 2016. Serija «Jekonomika i upravlenie», №1. S. 184-191.

6. Pozdnjakov B.A., Rozhmina N.Ju. Prioritetnye napravlenija modernizacii l'novodstva v Rossijskoj Federacii// Tehnika i oborudovanie dlja sela. 2015. № 9. S. 2-4.

7. Kovalev M.M., Galkin A.V., Androshhuk V.S. Adaptivnaja tehnologija kombinirovannoj uborki l'na-dolgunca // V sbornike: Ustojchivoe razvitie APK regionov: situacija i perspektivy. Tver'. - 2015. S. 178-181. – 290c.

8. Pozdnjakov B.A., Rozhmina N.Ju., Velikanova I.V. Perspektivy tehnicheskoj modernizacii l'novodstva// Agroprodovol'stvennaja politika Rossii. 2015. № 4. S. 32-34.

9. Uschapovsky I.V., Basova N.V., Novikov Je.V., Galkin A.V. Analiz sostojanija, problemy i perspektivy l'nokompleksa Rossii // Innovacionnye razrabotki proizvodstva i pererabotki lubjanyh kul'tur: materialy Mezhdunar. nauchno-prakt. konf. – Tver': Tver. gos. un-t, 2016. – s.27-35. – 318

УДК 636.085.7: 633.2

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ЗАГОТОВКИ ОБЪЕМИСТЫХ КОРМОВ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Саранчина Екатерина Федоровна,
ведущий научный сотрудник, кандидат биологических наук, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве». E-mail: caterina.saranchina@yandex.ru

Реферат. *Известно, что в настоящее время основные теоретические исследования и практические разработки по заготовке объемистых кормов направлены на поиск наиболее безопасных и экологически чистых приемов. Установлено, что сочные (силосованные) корма – один из основных видов объемистых кормов на период зимне-стойлового содержания животных, в приготовлении которых широко используют различные консервирующие средства. Показано, что метод фитонцидного консервирования – один из наиболее безопасных, позволяющий, по сравнению с другими вариантами, приготовленными без добавок, сократить потери питательных веществ в 1,5 – 2,0 раза на злаковых культурах и в 2,0 – 3,5 раза на бобовых, и увеличить питательность корма в 1,2 – 1,6 раза. Дозы культур - консервантов (козлятник восточный, крапива двудомная, хвоя сосны, одуванчик лекарственный и др.) меняются от 3 до 5% от массы закладываемого на хранение сырья. Отмечено, что в настоящее время все большее распространение получает экологически чистый метод заготовки сочных кормов с использованием консервантов биологической природы - микробиологические и ферментные препараты, с помощью которых приготавливают высокопитательные сочные корма из трудно - и несилосующихся культур с питательностью 9 - 10 МДж ОЭ и 17-18% сырого протеина в 1 кг сухого вещества.*

Ключевые слова*: силос, люцерна, биологические консерванты, животные.*

ENVIRONMENTAL TECHNIQUES HARVESTING ROUGHAGE FOR LIVESTOCK

Saranchina Ekaterina,
PhD (Biology), leading research associate of Federal State Budget Scientific Institution «All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture»
E-mail: caterina.saranchina@yandex.ru

Abstract. *It is known that at present the main theoretical studies and practical developments in the procurement of bulky feeds are aimed at finding the most safe and environmentally friendly methods. It has been established that succulent (silage) forage is one of the main types of bulky feed for the period of winter-stable keeping of animals, in the preparation of which various preservatives are widely used. It has been shown that the method of phytoncidic canning is one of the safest, allowing, in comparison with other variants prepared without additives, to reduce the loss of nutrients 1.5 - 2.0 times in cereals and 2.0 - 3.5 times in legumes, and increase nutritive feed of 1.2 - 1.6 times. Doses of crops - preservatives (goat's eastern, nettle, nettle, pine needles, dandelion medicinal, etc.) vary from 3 to 5% of the mass of stored raw materials. It is noted that the ecologically pure method of harvesting juicy forages with the use of biological preservatives - microbiological and enzymatic preparations, with the help of which high-nutritious juicy feeds are produced from difficult and non-souring cultures with a nutritional content of 9-10 MJ OE and 17-18% of crude protein in 1 kg of dry matter.*

Keywords*: silage, feed preservatives, alfalfa, animals.*

Введение. Как практический приём заготовки корма, силосование было известно ещё в глубокой древности. Однако развитие теоретических исследований, создавших стройную научную основу консервирования кормов методом силосования, относится только к началу 30-х годов двадцатого века [1].

В доброкачественном силосе при натуральной влажности должно содержаться до 2,5-2,8 % органических кислот, которые являются не только консервирующим веществом, но и ценным диетическим и энергетическим продуктом. Из всех органических кислот молочная - должна составлять 70-75% и уксусная – 25 - 30 %. Масляная кислота - полностью отсутствовать. В процессе созревания силоса накапливаются простые азотсодержащие соединения, которые сохраняют протеиновую ценность и также хорошо используются животными. Наилучшим является умеренно кислый силос с показателем pH, равным 4,0 - 4,6. Силос, pH которого равен 3,8 - 3,9, считается кислым, а ниже 3,8 – сильно перекисленным. Цвет силоса должен в основном соответствовать цвету исходного сырья. Силос хорошего качества имеет приятный ароматический запах, напоминающий запах мочёных яблок, квашеной капусты и т.п. При нарушении технологии силосования - корм приобретает тёмно-бурую или чёрную окраску, затхлый и очень неприятный запах.

Для снижения потерь питательных веществ и повышения качества силосованных кормов разрабатываются способы обработки закладываемой на хранение зеленой массы консервирующими средствами различной природы. При подборе консерванта необходимо учитывать имеющиеся в хозяйстве культуры, пригодные для силосования, погодные условия и техническое оснащение.

История научных исследований, и практика заготовки силосованных кормов с применением консервирующих средств, насчитывает несколько этапов:

- сильные неорганических кислоты (соляная, серная, фосфорная и др.) отличающиеся

большой агрессивностью, очень опасные в использовании;

- соли сильных неорганических кислот и оснований, как более прогрессивный прием. Это сухие препараты, более удобные в применении, которые легче транспортировать и хранить, однако, они также агрессивны и небезопасны в использовании.

Механизм действия вышеуказанных химических консервантов заключается, прежде всего, в подавлении ферментативной деятельности, особенно оксидоредуктаз, как самого консервируемого растения, так и нежелательной микрофлоры в результате быстрого снижения pH силосуемой масы [2,3].

- летучие жирные кислоты (ЛЖК) - муравьиная, уксусная, пропионовая, др. и их производные. Эти консерванты близки или даже адекватны по своим свойствам естественным метаболитам животного организма. Однако они очень летучи, также агрессивны и опасны в использовании. В отличие от минеральных кислот консервирующая сила большинства ЛЖК обуславливается анионами или недиссоциированными молекулами, которые способны оказывать свое действие на определенный вид микроорганизмов и обладают бактериостатическими, бактерицидными и фунгицидными свойствами [2].

- органические кислоты, не относящиеся к ЛЖК, представляющие собой сухие порошкообразные вещества с отсутствием агрессивных свойств, удобные и безопасные в использовании, полезные для животного организма. Их основной недостаток - они достаточно дороги и требуют тщательного соблюдения технологии при силосовании. Среди них следует отметить сорбиновую, молочную, бензойную, салициловую, дегидрацетовую кислоты [4,5,6].

В последнее время на основе изучения химического состава и биологических свойств растений, а также продуктов жизнедеятельности микроорганизмов исследования в области консервирования зеленых кормов направлены на использование препаратов биологической природы, с помощью которых можно получать силоса высокого качества.

Фитонцидное консервирование - это экологически чистый, по сравнению с химическим метод, более удобный и безопасный в использовании. Он основан на влиянии растительных культур друг на друга в результате наличия в них различных биологически активных веществ - фитонцидов (альдегиды, гликозиды, флавоноиды, эфирные масла и др.). По своему действию на микроорганизмы закладываемой на хранение зеленой массы они не уступают химическим консервантам, а иногда превосходят их. Силоса с добавлением фитонцидных культур имеют показатель pH, близкий к уровню pH исходной зеленой массы [7,8,9].

К консервантам биологической природы относятся также бактериальные закваски, ферментные добавки, препараты жизнедеятельности микроорганизмов и др. Эти препараты не содержат токсичных компонентов, не являются химически агрессивными и не приводят к коррозии аппаратуры, используемой для их внесения в силосуемую массу. Подученный корм является экологически чистым, не содержит остатков консервирующих средств и продуктов их распада [10,11,12]. Силоса, полученные с биологическими препаратам, намного дешевле кормов, приготовленным с химическими веществами, так как затраты на их приобретение в десятки раз ниже, чем на химические. Они обеспечивают в консервированном корме высокую сохранность обменной энергии и сырого протеина [13]. Перечисленные свойства данных веществ обеспечивают им высокие технологические качества.

Материал и методы. В лаборатории производства молока и говядины ВНИИТиН в течение ряда лет проводились исследования с использованием хвои сосны, одуванчика лекарственного, подорожника, чистотела, и др. растений в качестве фитонцидных

консервантов [7,8]. В зависимости от видового состава культур фитонцидные консерванты испытывались дозах от 3 - 5 и до 10% к массе закладываемого на хранение сырья. В данной статье представлены исследования по испытанию козлятника восточного и крапивы двудомной в качестве препаратов с фитонцидным действием.

Новым шагом в развитии биологических средств консервирования, стало использование полиферментных композиций, способных расщеплять клетчатку и другие полисахариды кормов до моносахаров, что компенсирует низкое содержание последних в некоторых, особенно бобовых культурах, а пониженное содержание клетчатки в готовых кормах способствует повышению их питательности [3,10].

Это свойство ферментов послужило предпосылкой для создания препаратов Феркон и Биоферм ПО ОАО «Сиббифарм» (г. Бердск, Новосибирской области). Феркон и Биоферм – полиферментные композиции для силосования и сенажирования высокобелковых бобовых трав и бобово-злаковых смесей, относящихся к несилосующимся или трудно силосующимся растениям.

В течение ряда лет в лаборатории производства молока и говядины ВНИИТиН изучалось консервирующее действие полиферментного препарата Феркон в чистом виде и в сочетании с микробиологическим - Биосиб при закладке на хранение зеленой массы люцерны при натуральной влажности в лабораторных условиях. В концентрациях 300 - 500 г/т изучаемые препараты полностью устраняют маслянокислое брожение и, по сравнению с химическими консервантами, обеспечивают более глубокий гидролиз клетчатки в готовых кормах.

В 2013 - 2014 годах был проведен научно-производственный опыт в колхозе Племзаводе им. Ленина Тамбовского района. Зеленая масса люцерны (третий укос) в фазе бутонизации – начала цветения при влажности 79,8 % была заложена в облицованной траншее в конце августа при неустойчивой и дождливой погоде. Полиферментный препарат Феркон был использован в дозе 500 г/т. Перед внесением в силосуемую массу он разводился водой в количестве 1:4. Так как люцерна - трудносилосующаяся культура, особенно при 80%-ной влажности, то вариант без консервирующих средств заложили всего в количестве 10 т, опытный – в количестве 50т.

Результаты исследований. Исследования по использованию козлятника восточного и крапивы двудомной в качестве фитонцидных консервантов показали, что эти культуры обладают ярко выраженным консервирующим действием. По сравнению с вариантами, приготовленными без добавок, потери питательных веществ в опытных силосах были ниже в 1,5 – 2,0 раза на злаковых культурах и в 2,0 – 3,5 раза на бобовых, а питательность корма увеличивалась в 1,2 – 1,6 раза при использовании обеих культур. Доза козлятника восточного при консервировании злаковых культур – 5% к закладываемой массе, бобовых - в фазе бутонизации – 3%, в более поздние фазы – 10% к массе при использовании консерванта в натуральной влажности. Доза крапивы двудомной - 3% при консервировании злаковых и 5% - бобовых культур.

Биохимические исследования готового корма, полученного в научно-производственном опыте с использованием препарата Феркон показаны в таблице 1. Вариант без консерванта, не представлен, так как корм получился некачественным, с большим количеством гнили, неприятным запахом и мажущейся структурой.

Таблица 1. Содержание pH и ЛЖК в силосах из люцерны (в натуральном веществе)

Корм	Общая влага, %	pH	Сумма кислот, г%	% от суммы		
				молочная	уксусная	масляная
Зеленая масса	79,80	-	-	-	-	-
Силос с Ферконом, 60 сут. хранения	80,44	4,75	0,87	65,52	34,48	нет
Силос с Ферконом, 120 сут. хранения	80,98	4,81	0, 97	64,95	35,05	нет

По данным таблицы 1, сумма органических кислот в силосах, заложенных с Ферконом, составляет 0,87-0,97 г/% с преобладанием молочной кислоты при полном отсутствии масляной как при 60, так и при 120 -суточном хранении. pH опытного силоса находится в пределах 4,75-4,81, что соответствует показателям, полученным в лабораторных исследованиях и выше показателя pH корма хорошего качества (4,0-4,6), однако, это не привело к образованию масляной кислоты, а количество аммиачного азота соответствует корму хорошего качества (1,64 –5,24% от общего азота корма) (таблица 2). Данные по изменению азотного комплекса в силосах, приготовленных с Ферконом, показывают, что количество небелкового азота возрастает по сравнению с исходной массой на достоверную величину, но при незначительном количестве азота аммиака.

Таблица 2. Изменение азотного комплекса при силосовании люцерны с препаратом Феркон в производственных условиях (% в абсолютно сухом веществе)

Силос, сроки хранения	Сухое вещество	Общий азот	Небелковый азот		Азот аммиака	
			содер жание	% к общему азоту	содер-жание	% к общему азоту
Зеленая масса	20,20	3,37±0,01	0,498	14,78	0,050	1,48
60 суток	19,56	2,81±0,01	2,045	72,78	0,046	1,64
120 суток	19,02	2,70±0,02	1,840	68,14	0,100	3,70
150 суток	19,17	2,48±0,10	1,825	73,59	0,130	5,24

Таким образом, азот в силосах находится, в основном, в небелковых формах, что является причиной подщелачивания кормов до pH 4,7-4,8, и это не должно сказываться на его усвоении организмом животных.

Результаты исследований показывают, что гидролиз белка к 150 суткам хранения увеличивается, по сравнению с исходной массой, в 4,4 раза (с 2,872 до 0,655% в сухом веществе), а количество аммиачного азота - конечного продукта его распада - возрастает всего в 2,6 раза (с 0,05 до 0,13%), то есть распад азотистой части корма сдерживается работой консерванта, но недостаточно эффективно.

Важными показателями качества силосованных кормов являются потери питательных веществ, представленные в таблице 3. По данным таблицы 3, потери протеина и легкогидролизуемых сахаров при увеличении срока хранения силоса носят достоверный характер, однако, потери сухих веществ с увеличением срока хранения незначительно увеличиваются при $P > 0,05$. Необходимо отметить, что содержание сахаров в силосе стабилизировалось к 120 суточному сроку хранения, тогда, как процесс разложения азотистой части корма продолжался. Таким образом, при влажности зеленой массы люцерны 80% и более действие Феркона на стабилизацию азотистой части недостаточное. Наши данные согласуются с исследованиями других авторов [10,11,13].

Таблица 3. Потери питательных веществ, %

Силос, сроки хранени	Потери, %		
	Сухое вещество	Протеин	Легкогидролиз.углеводы
60 суток	3,20±0,25	16,76±0,14	62,28±0,90
120 суток	5,10±0,64	19,70±0,15*	85,02±0,90*
150 суток	5,84±0,79	26,40±0,28**	85,92±2,89**

*- P< 0,01; ** - P<0,001

Переваримость сухих веществ (in vitro) составила в среднем 62,51%, что соответствует корму хорошего качества. Содержание микотоксинов не превышало допустимых значений. Проверка полученного корма на аэробную стабильность показала, что пребывание его на открытом воздухе в течение трех и более суток не выявило заплесневения массы. Она оставалась зеленой, с хорошо сохранившейся структурой, без каких-либо заметных изменений. Питательность полученного силоса, рассчитанная по сухому веществу, к 120-суточному сроку хранения составила 9,2 - 9,3 МДж ОЭ и 0,66-0,70 ЭКЕ в 1 кг сухого вещества при содержании сырого протеина – 17,6 - 16,9 %.

Заключение. Использование козлятника восточного и крапивы двудомной в качестве консервантов кормов с фитонцидным действием показало их ярко выраженный консервирующий эффект. Доза козлятника восточного при консервировании злаковых культур – 5% к закладываемой массе, бобовых в фазе бутонизации – 3%, в более поздние фазы – 10% к массе. Доза крапивы двудомной - 3% при консервировании злаковых и 5% - бобовых культур.

Растительные консерванты целесообразно выращивать в виде чистых культур и затем смешивать с силосуемыми культурами. Но можно делать и смешанные посевы.

Применение Феркона при силосовании люцерны показало его высокую эффективность: питательность полученного корма составила 9,2-9,3 МДж ОЭ и 0,66-0,70 ЭКЕ в 1 кг сухого вещества при содержании сырого протеина – 17,6 - 16,9%. Препарат оказывает эффективное влияние на аэробную стабильность готового корма.оза препарата Феркон зависит от влажности закладываемого на хранение бобового сырья: до 75%-ной влажности – 200 – 300 г/т, при 75%-ной и выше – 400 – 500 г/т.

Таким образом, препарат Феркон фирмы «Сиббиофарм» г. Бердск позволяет расширить ассортимент отечественных консервирующих средств биологической природы, что важно в современных условиях сельскохозяйственного производства.

Список литературы

1. Зафрен С.Я. Технология приготовления кормов. (Справочное пособие). М.: Колос.- 1977.- 240 с.

2. Таранов М.Т. Химическое консервирование кормов.- М.:Колос.- 1982.- 141 с.

3. Синду Дж. Кормовые консерванты: сегодня и завтра//Животноводство России.- №4.- 2012.- С. 50-51.

4. Саранчина Е.Ф. Использование консервантов при заготовке силоса/ Е.Ф.Саранчина, М.Т.Таранов, Н.П.Комиссаров, Г.Б.Звегинцева// Бюлл. научных работ ВИЖ.-Вып. 82.- 1986.- С.58-61.

5. Таранов М.Т. Влияние дегидрацетовой кислоты на биохимические показатели силоса/ М.Т.Таранов, Е.Ф.Саранчина, М.А. Гаврикова, Т.Г. Тархова// Бюлл. научных работ ВИЖ.- Вып. 82.- 1986.- С.62-64.

6. Комиссаров Н.П. Использование дегидрацетовой кислоты при заготовке

силосованных кормов/ Н.П.Комиссаров, Е.Ф.Саранчина// Научные труды Всероссийской конференции.- Москва – Ульяновск.-1988.- С.140-141.

7. Кургузкин В.Н. Фитонцидное консервирование кормов/ В.Н.Кургузкин, Е.Ф.Саранчина// Практик.-№ 3-4.- 2003.- С.64-67.

8. Саранчина Е.Ф. Консервирование кормовых культур козлятником восточным и крапивой двудомной/ Е.Ф.Саранчина, В.Н. Кургузкин// Научные труды ВИЖ.- Вып. 62.-Т.3.- 2004.- С.254-257.

9. Фролов А.И. Коллизия душистая – естественный консервант зеленой массы растений/ А.И. Фролов, Е.Ф.Саранчина, О.Б.Филиппова// Материалы научно-практич. конфер./ Изд.ТГУ им.Державина Г.Р. Отв. Ред.А.П.Поздняков, Тамбов.- 2007.- С.87-89.

10. Бондарев В.А. Повышение качества кормов из многолетних бобовых трав/ В.М. Косолапов, В.П. Клименко, А.Н. Кричевский// Зоотехния.- №4.- 2010.- С.10-13

11. Победнов Ю.А. Эффективность силосования высокобелковых трав с бактериями вида Bacillus Subtilis/ Ю.А.Победнов, А.А. Мамаев// Кормопроизводство.- №9.- 2003.- С.29-31.

12. Саранчина Е.Ф. Биологические препараты для консервирования зеленых кормов/ Е.Ф.Саранчина, В.Н.Кургузкин// Сб. научных трудов по матер. Междунар. научно-практич. конфер.: Научное обеспечение инновационного развития животноводства.- Жодино (Белоруссия).- 2013.- С.316-317.

13. Афанасьев П. Экономическая эффективность силосов с биоконсервантами/ В. Гудыменко, Ю. Калинин и др. //Молочное и мясное скотоводство.- № 2.- 2008. – С.22-24.

References

1.Zafren S.Y. feed preparation technology. (Handbook). M .: Kolos.- 1977.- 240 p.

2. Taranov M.T. Chemical preservation kormov.- AM: Kolos.- 1982.- 141 p.

3. Sindu J. Fodder preservatives: Today and Tomorrow // Animal Russia.- №4.- 2012.- S.50-51.

4. Saranchina E.F. The use of preservatives with silage / E.F.Saranchina, M.T. Taranov, N.P.Komissarov, G.B.Zvegintseva // Bull. VIZH. scientific works, vol. 82.- 1986.- S.58-61.

5. Taranov M.T. Influence of dehydroacetic acid on biochemical indicators of silage / M.T.Taranov, E.F. Saranchina, M.A. Gavrikova, T.G.Tarhova // Bull. VIZH. scientific works, vol. 82.- 1986.- S.62-64.

6. Komissarov N.P. The use of dehydroacetic acid in the feed harvesting silage / N.P. Komissarov, E.F. Saranchina // Proceedings of the All-Russian konferentsii.- Moscow - Ulyanovsk.-1988.- S.140-141.

7. Kurguzkin V.N. Fitontsidnymi preserving forage / V.N. Kurguzkin, E.F. Saranchina // Praktik.-№ 3-4.- 2003.- S.64-67.

8. Saranchina E.F. Canning fodder vetch east and nettle / E.F. Saranchina, VN Kurguzkin // Proceedings VIZH.- Vol. 62.-T.3.- 2004.- S.254-257.

9. Frolov A.I. Competing fragrant - a natural preservative of green mass of plants / A.I. Frolov, E.F .Saranchina, O.B. Filippova // Proceedings of the scientific-practical. CONF. / Izd.TGU im.Derzhavina GR Ans. Red.A.P.Pozdnyakov, Tambov.- 2007.- S.87-89.

10. Bondarev V.A. Improving feed quality of perennial legumes / V.A Bondarev, V.M. Kosolapov, V.P. Klimenko, A.N. Krichevsky // Zootehniya.- №4.- 2010.- S.10-13

11.Pobednov Y.A The effectiveness of high-protein grass silage bacteria species Bacillus Subtilis / Y..A. Pobednov, A.A. Mamaev // Kormoproizvodstvo.- №9.- 2003.- S.29-31.

12. Saranchina E.F. Biological preparations for the preservation of green fodder / E.F. Saranchina, V.N. Kurguzkin // Coll. scientific papers on the mater. Intern. Scientific-practical. Conf .: Scientific support of innovative development zhivotnovodchtva.- Zhodino (Belarus) .- 2013.- S.316-317.

13. Afanasiev P. Economic efficiency silos biokonservantami / P.Afanasiev, V. Gudymenko, Y. Kalinin et al // Dairy and meat skotovodstvo.- № 2.- 2008. -. S.22-24.

УДК 631.3.001.4:631.431.7

СПОСОБ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЧВУ ДВИЖИТЕЛЕЙ ЭНЕРГОСРЕДСТВ ПРИ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЯХ ТЕХНОЛОГИЙ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Скорляков Виктор Иосифович,
кандидат технических наук, Новокубанский филиал ФГБНУ «Росинформагротех», Новокубанск, E-mail: skorlv@yandex.ru
Записоцкий Дмитрий Николаевич,
старший научный сотрудник, ФГБНУ «Первомайская селекционно-опытная станция сахарной свеклы», Гулькевичи

Реферат. *Известно, что воздействие на почву движителей энергосредств (ЭС) может распространяться ниже пахотного горизонта и вызывать долговременное негативное воздействие на ее влагоемкость, воздухопроницаемость и другие свойства. Определение значений максимального давления на почву движителей ЭС предусмотрено при их испытаниях. Численные значения допустимого давления движителей в зависимости от влажности почвы регламентированы действующим стандартом. Установлено, что отсутствие какого-либо интегрального показателя воздействия на почву движителей ЭС для комплекса технологических операций продуктовых технологий растениеводства не позволяет выбирать наиболее эффективные почвозащитные технологии и комплексы машин. Определено, что основными источниками различий сверхнормативного давления на почву в сравниваемых технологиях являются: различие технологических операций, ширины захвата применяемых агрегатов, ширины и максимального давления движителей ЭС на почву, различия календарных сроков и влажности почвы при проведении работ. Показано, что ключевое значение для оценки воздействия на почву движителей ЭС в технологических операциях имеют относительные величины сверхнормативного давления и соответствующей уплотняемой площади поля. На их основе предложен совокупный показатель для численной оценки сверхнормативного давления движителей ЭС на почву в технологических операциях и в технологиях в целом. Предложена удобная для анализа форма представления результатов оценок, интегрированных по степени превышения допустимого давления на почву, что дает возможность охарактеризовать степень воздействия движителей ЭС на почву в комплексах технологических операций сравниваемых технологий как по величине сверхнормативного давления с учетом увлажнения почвы, так и по доле площади поля, подвергаемой давлению*

Ключевые слова: машинные технологии растениеводства, движители энергосредств, *давление на почву, способ оценки.*

METHOD OF ESTIMATION FOR THE EFFECT ON SOIL BY THE TRACK VEHICLES MOVER USING COMPARISON TEST FOR CROP PRODUCTION TECHNOLOGIES

Skorlyakov Victor,
candidate of technical Sciences,
the new Novokubansk branch FSBSI "Rosinformagrotekh", Novokubansk,
Zapisotskiy Dmitriy,
Senior Researcher,
FSBSI Pervomayskaya breeding and experimental station of sugar beet, Gulkevichi

Abstract. *It is known that the effect on soil by the track vehicles mover (TVM) may extend below the arable layer and cause a long-term negative effect on its water capacity, aeration and the other properties. Determination of the maximum ground pressure values by the TVM is provided by testing. The numerical value of the permissible pressure by the TVM is regulated by the current standard and depends on soil humidity. It is established that the absence of any integrated indicator of the effect on soil by the TVM for the complex technological operations of grocery plant technology does not allow to choose the most effective soil conservation technologies and machines systems. It is determined that principal sources of differences of excess pressure on the soil in the compared technologies are: the difference of technological operations, the operating width of the utilized units, the width and the maximum pressure of the TVM on the soil, differences of calendar dates and of the level of soil humidity during the process of work. It is shown that the relative value of the excess pressure and the corresponding sealing area of the field are the key to the estimation for effect on soil by the TVM in technological operation. On their basis is proposed an aggregate indicator for the numerical evaluation of the excess pressure by TVM on the soil in the technological operations and the technology in general. There is a convenient for analysis form to present the assessment results integrated by the extent of exceeding the allowable pressure on the soil, which gives the opportunity to characterize the level of effects on the soil by TVM in the complexes of technological operations in comparable technologies the magnitude of the excess pressure considering soil humidity as the proportion of the field under pressure.*

Keywords: *machine technology crop production, the track vehicles mover, the pressure on the soil, method of estimation.*

Введение. Деформация почвы движителями тракторов и других энергосредств (ЭС) существенно влияет на качество крошения при обработках, приводит к образованию глыб, к возрастанию затрат энергии на обработку и распылению почвы, угнетает рост и снижает урожайность сельскохозяйственных культур [1,2]. Известно, что воздействие на почву движителей ЭС является наиболее весомой причиной ее переуплотнения. Оно может распространяться ниже пахотного горизонта и вызывать долговременное негативное воздействие на влагоемкость, воздухопроницаемость и другие свойства почвы.

Повышение производительности тракторов и комбайнов, сопровождаемое повышением их массы, делает актуальным контроль давления ходовых органов на почву как в технологических операциях, так и в технологических циклах возделывания и уборки сельскохозяйственных культур. Поэтому для обеспечения требований по допустимому

давлению движителей на почву по ГОСТ 26953-86 [3], при испытаниях тракторов и комбайнов предусмотрено определение их максимального давления на почву.

Однако в ряде случаев это не исключает производственного применения ЭС со сверхнормативным давлением на почву, т. к. допустимое давление, регламентированное ГОСТ 26955-86 [4], зависит от влажности почвы, которая может изменяться от воздействия атмосферных осадков в календарные периоды технологических операций. Но в настоящее время, наряду с регламентированным методом определения допустимого давления движителей единичного ЭС, отсутствует метод оценки воздействия на почву применяемых ЭС для полного цикла возделывания сельскохозяйственных культур.

Обоснованный выбор почвосберегающих технологий особенно актуален для условий с повышенным увлажнением, для орошаемых и подтопляемых земель. Как правило, такой выбор затруднен из-за различия характеристик применяемых в технологиях тракторов, сельскохозяйственных машин и вариантов их агрегатирования, из-за различий влажности почвы в сроки проведения технологических операций. Достоверная оценка воздействия на почву движителей ЭС возможна лишь при сравнительных испытаниях в идентичных условиях одного поля, что отражено в СТО АИСТ 1.3-2010 [5].

Наряду со стандартом, определяющим допустимое давление движителей ЭС на почву, в настоящее время действует государственный стандарт на методы экологической оценки машинных технологий производства продукции растениеводства ГОСТ Р 53054-2008 [6]. В указанном стандарте предусмотрена оценка изменения плотности почвы по разности средних значений до и после технологических операций, а также до и после выполнения всего технологического комплекса работ. При этом пробы почвы на влажность и плотность почвы предусмотрено отбирать не менее чем на 5 пробных площадках, выделенных по диагонали участка, содержащих по 5 точек отбора проб так называемыми «конвертами» с размерами 10 на 10 м. Наряду с высокой трудоемкостью, оценка негативного воздействия движителей на почву через величину изменения плотности до и после комплекса технологических операций сопряжена с рядом недостатков, влияющих на достоверность ее результатов:

1 Влияние процессов частичного разуплотнения почвы в осенне-зимний период, что характерно для озимых зерновых культур.

2 Вероятностный характер общего числа точек отбора проб по следам и вне следов движителей, что может влиять на результаты оценок.

3 Отсутствие и проблематичность оценок переуплотнения на глубину более 30 см.

4 Необходимость выполнения дополнительных работ не предусмотренных действующим стандартом [5] по испытаниям технологий растениеводства (по определению плотности почвы до и после технологических операций).

При заведомо известном недостатке в виде превышения допустимого давления движителей на почву приоритетной является задача по устранению данного недостатка для соответствия требованиям стандарта применяемых энергосредств и их движителей. Менее актуальными в данной ситуации являются затраты средств и времени на отбор почвенных проб для определения уплотнения почвы в соответствующих технологических операциях.

Анализ методических подходов к решению проблемы оценки уплотнения почвы технологическими комплексами в приведенных стандартах показал, что в первом случае оценивается величины давления на почву с учетом ее влажности и их соответствие требованиям стандарта [4], а во втором случае оцениваются последствия этих воздействий в

виде изменения плотности (до и после данных воздействий). Вполне очевидно, что для совершенствования технологий первоочередной задачей является устранение причин переуплотнения почвы движителями ЭС. Лишь после этого целесообразна оценка плотности почвы по стандартизованному методу [4]. Поэтому целью исследования является разработка способа оценки воздействия на почву движителей ЭС при сравнительных испытаниях технологий растениеводства с помощью обобщенного комплексного показателя.

Инструменты и методы. Использован анализ номенклатуры показателей стандартов по испытаниям технологий и машин для производства продукции растениеводства и методов их экологической оценки.

Результаты и обсуждение. При совершенствовании способа исходили из целесообразности максимального использования информации, регламентированной и получаемой при испытаниях технологий растениеводства. Также исходили из приоритета информации о давлении на почву сверх допустимых пределов при выполнении технологических операций и целесообразности группировки результирующих значений относительных показателей сверхнормативного давления и соответствующей переуплотняемой площади.

При испытаниях технологий применительно к каждой технологической операции известны наименования технических средств, составы агрегатов, а также их ширина захвата. При этом, для ЭС известны (по результатам их испытаний в качестве самостоятельных объектов) значения максимального давления движителей на почву и их ширина. Известно также, что при испытании технологий в процессе проведения каждой технологической операции предусмотрено определение влажности почвы.

На основе анализа данной информации, получаемой при испытаниях технических средств и технологий возделывания с/х культур, было установлено, что показатель сверхнормативного давления на почву может быть выражен величиной давления сверх установленных пределов, допустимых по стандарту [4] в зависимости от влажности почвы в период проведения технологических операций. При этом для технологических операций с превышением допустимого давления ходовых органов такое воздействие на почву может быть выражено совокупным показателем. Наличие указанной выше информации позволяет использовать закономерный характер воздействия ходовых органов на почву как в каждой технологической операции, так и в комплексе операций в целом.

Предлагаемый способ оценки может быть реализован следующим образом. При испытаниях технологий для каждого агрегата находят информацию: о максимальном давлени движителей применяемых ЭС на почву (в протоколах их испытаний и в других источниках); о ширине движителей ЭС; о рабочуей ширине захвата агрегата; о влажности почвы при выполнении технологической операции и соответствующему ей допустимому давлению на почву согласно [4].

Путем сопоставления фактического и допустимого [4] давления движителя на почву (при влажности почвы на время данной технологической операции) определяют технологические операции, в которых почва подвергалась давлению сверх допустимых значений.

Долю площади поля Si, подвергаемую давлению движителями ЭС сверх допустимых значений, определяют по формуле:

$$Si = \frac{2в}{Bi}, \qquad (1)$$

где *в* - ширина колеса (гусеницы) энергетического средства, м; Bi - рабочая ширина захва та агрегата, м.

Полученное значение Si, по новой и базовой технологиям группируют в соответствии с интервалами давления и влажности почвы, обозначенными в [4]. Относительные значения Si, соответствующие одинаковым интервалам фактических и допустимых давлений в зависимости от влажности почвы, суммируют.

Сверхнормативное давление на почву движителей ЭС за полный или сезонный технологический цикл возделывания и уборки сельскохозяйственных культур может быть выражено совокупным показателем ***K,*** представляющим собой сумму произведений доли площади, уплотненной движителями применяемого ЭС на коэффициент превышения фактического давления движителей ЭС (в данной технологической операции) и допустимого давления (по условиям влажности почвы в данный период), определяемым по формуле:

$$K = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{p_i S_i}{p_{\partial oni}}, \qquad (2)$$

где p_i- давление единичного движителя в технологической операции, кПа; $p_{\partial oni}$ – допустимое давление движителя на почву согласно [4] в зависимости от влажности почвы в период проведения технологической операции.

В соответствии с изложенным способом было оценено воздействие на почву движителей ЭС при испытании технологии возделывания кукурузы с применением соломенной мульчи и глубокого безотвального рыхления почвы в сравнении с базовой технологией возделывания кукурузы с применением отвальной вспашки (таблица 1). При расчетах были использованы известные значения максимального давления движителей, соответственно, 150 кПа для МТЗ-80, 150 кПа для Т-150, 180 кПа для Т-150К, 200 кПа для К-701 и 150 кПа для Дон-1500Б.

В связи с различиями почвенных условий проведения технологических операций, создаваемых предшествующими операциями в испытываемой и базовой технологиях, а также из-за различий календарных дат их проведения и выпавших осадков, влажность почвы и максимально допустимое давление на почву с применением одинаковых тракторов в ряде случаев различно (таблица 1). Это затрудняет анализ полученных результатов и требует наглядного системного представления результатов оценки сверхнормативного давления в сравниваемых технологиях. Из сравнения показателей давления, создаваемого движителями ЭС в технологических операциях и допустимого по условиям увлажнения видно, что наибольшее сверхнормативное давление движителей в базовой технологии происходит с применением тяжелого трактора К-701 – до 200 кПа при допустимых 100 кПа (таблица 2). Поэтому в новой технологии отмена данной операции целесообразна как с точки зрения энергосбережения, так и с точки зрения снижения антропогенной нагрузки на почву.

Результаты оценок сверхнормативного давления на почву в технологических операциях целесообразно представлять в систематизированном, удобном для анализа виде, В нашем случае полученные результаты в протоколе сравнительных испытаний технологий могут быть представлены в форме таблицы 2, анализ которой показывает, что в новой технологии наибольшее давление на почву в 1,88 раза превышает максимально допустимое на 39 % площади поля. В базовой технологии это превышение достигает 2,0 на половине площади поля (за счет применения трактора К-701 на вспашке).

Таблица 1 – Параметры МТА и почвенные условия в сроки возделывания кукурузы на зерно

Наименование технологической операции	Дата	Состав агрегата		Рабочая ширина захвата, м	Полевая влажность почвы %	Наименьшая влагоемкость почвы, %	Максимальное допустимое давление на почву, кПа	Давление движителя на почву, кПа	Доля площади поля, переуплотненной движителями
		трактор	с.-х. машина						
Базовая технология									
1. Лущение стерни двухкратное	19.07	Т-150К	БДТ-7А	7,0	21,6	0,70	120	180	0,23
2. Лущение стерни двухкратное	12.08	Т-150К	БДТ-7А	7,0	24,4	0,78	120	180	0,23
3. Внесение минеральных удобрений	27.10	МТЗ-80	МВУ-6	11,0	17,0	0,56	180	150	0
4. Вспашка	02.11	К-701	ПН-8-35	2,8	31,2	1,02	100	200	0,50
5. Культивация	27.03	Т-150	2КПС-4	8,0	30,6	1,00	80	150	0,10
6. Предпосевная культивация	24.04	Т-150	2КПС-4	8,0	28,6	0,93	80	150	0,10
7. Посев семян	28.04	МТЗ-80	СУПН-8	5,6	28,7	0,94	80	150	0,14
8. Первая культивация междурядий	26.05	МТЗ-80	КРН-5,6	5,6	23,7	0,77	100	150	0,14
9. Внесение гербицида	22.05	МТЗ-80	ОП-2000	20,0	32,4	1,06	80	150	0,04
10. Вторая культивация междурядий	14.06	МТЗ-80	КРН-5.6	5,6	24,8	0,81	120	150	0,14
11. Уборка зерна	18.09	ДОН-1500Б		5,6	19,4	0,63	140	150	0,27
Новая технология									
1. Лущение стерни двухкратное	16.07	Т-150К	БДТ-7А	7,0	23,1	0,75	120	180	0,23
2. Безотвальное рыхление	13.08	Т-150К	КПШ-9	9,0	22,5	0,73	120	180	0,12
3. Безотвальное рыхление	06.09	Т-150-К	КПШ-9	9,0	23,0	0,75	120	180	0,12
4. Внесение минеральных удобрений	27.10	МТЗ-80	МВУ-6	11,0	31,2	1,00	100	150	0,07
5. Глубокое безотвальное рыхление	02.10	Т-150	ПЧ-2,5	2,5	31,0	1,00	100	150	0,32
6. Дискование почвы	27.03	Т-150	БДТ-7А	7,0	31,3	1,02	80	150	0,11
7. Предпосевная культивация	24.04	Т-150	2КПС-4	8,0	30,2	0,99	80	150	0,10
8. Внесение гербицида	24.04	МТЗ-80	ОП-2000	20,0	32,7	1,07	80	150	0,04
9. Посев семян	30.04	МТЗ-80	СУПН-8	5,6	30,2	0,99	80	150	0,14
10. Первая культивация междурядий	26.05	МТЗ-80	КРН-5,6	5,6	24,2	0,79	100	150	0,14
11. Вторая культивация междурядий	14.06	МТЗ-80	КРН-5,6	5,6	25,5	0,83	120	150	0,14
12. Уборка зерна	18.09	ДОН-150Б		5,6	18,2	0,59	180	150	0

Из данных таблиц 1 и 2 следует, что при проведении технологических операций подвергнуто переуплотнению движителями энергосредств сверх допустимого предела 2,03 доли площади поля в базовой технологии и 1,53 доли площади поля в новой технологии. Расчет обобщенного совокупного показателя сверхнормативного давления движителей ЭС на почву *К* производят по *формуле (2)* с использованием значений Р/Рдоп *и* ΣSi, представленных в таблице 2:

- для базовой технологии

К=1,88х0,52+1,5х0,14+1,25х0,14+1,07х0,27+1,50х0,46 +2,00х0,50=3,34 балла

- для новой технологии

К= 1,88х0,39+1,50х0,53+1,25х0,14+1,50х0,47=2,41 балл.

Таблица 2 - Относительные показатели превышения допустимого давления в сравниваемых технологиях и доля переуплотняемой площади

Давление движителя на почву P, кПа	Максимальное допустимое давление движителя на почву $P_{доп}$, кПа (по ГОСТ 26955-86)						
	80	100	120	140	150	180	210
Базовая технология							
150	1,88/0,52	1,50/0,14	1,25/0,14	1,07/0,27	-	-	-
180	-	-	1,50/0,46	-	-	0	-
200	-	2,00/0,50	-	-	-	-	-
Новая технология							
150	1,88/0,39	1,50/0,53	1,25/0,14	-	-	0	-
180	-	-	1,50/0,47	-	-	-	-
Примечание: В числителе - соотношение давлений; в знаменателе – доля переуплотненной площади ΣSi при данных соотношениях давлений P и $P_{доп}$.							

Полученные показатели дают наглядное представление о численных значениях превышения допустимого давления движителями ЭС на почву в результате проведения технологических операций и о доле площади, переуплотненной применяемыми в технологии ЭС. При этом исключается погрешность от произвольно выбираемого расположения (относительно уплотненных следов) точек отбора проб почвы для определения влажности и плотности почвы, а учитывается площадь, переуплотненная непосредственно ходовыми органами энергосредств.

Выводы.

1. Основными источниками различий сверхнормативного давления на почву в сравниваемых технологиях являются различия: комплексов технологических операций; ширины захвата применяемых агрегатов и ширины движителей ЭС; максимального давления движителей на почву; календарных сроков проведения операций в технологиях и влажности почвы при их проведении.

2. При сравнительных испытаниях технологий растениеводства приоритетное значение имеет оценка превышения допустимого давления на почву и соответствующей доли переуплотненной площади поля.

3. Предложенный способ визуализации информации о сверхнормативном давлении на почву в технологических операциях в виде таблицы обеспечивает наглядное представление и удобство анализа относительных величин превышения допустимого давления в совокупности с соответствующими долями площади поля. Он дает возможность охарактеризовать степень воздействия движителей ЭС на почву как по величине давления ЭС, применяемых в сравниваемых технологиях, так и по доле площади поля, подвергаемой уплотнению.

4. Предложенный совокупный показатель давления на почву движителей ЭС сверх допустимых пределов в виде коэффициента, отражающего сумму произведений отношений давлений (фактического к допустимому) в технологических операциях на соответствующие относительные значения переуплотняемой площади, обеспечивает численные оценки (в баллах) воздействия движителей в сравниваемых технологиях.

Список литературы

1. Пупонин А.И., Матюк Н.С., Манолий Г.Г., Платонов И.Г. Депрессия урожая сельскохозяйственных культур при уплотнении почвы и пути ее снижения. Сб. науч. трудов, т. 118. -М.: ВИМ, 1998, с. 75.

2. Переуплотнение пахотных почв. Причины, следствия, пути уменьшения. М.: "Наука", 1987, с. 102.

3. ГОСТ 26953-86 Техника сельскохозяйственная мобильная. Методы определения воздействия движителей на почву.

4. ГОСТ 26955-86 Техника сельскохозяйственная мобильная. Нормы воздействия движителей на почву.

5. СТО АИСТ 1.3-2010 «Испытания сельскохозяйственной техники. Машинные технологии производства продукции растениеводства. Правила и методы испытания»

6. ГОСТ Р 53054-2008 Машинные технологии производства продукции растениеводства. Методы экологической оценки.

References

1. Puponin A.I., Matjuk N.S., Manolij G.G., Platonov I.G. Depressija urozhaja sel'skohozjajstvennyh kul'tur pri uplotnenii pochvy i puti ee snizhenija. Sb. nauch. trudov, t. 118. - M.: VIM, 1998, s. 75.

2. Pereuplotnenie pahotnyh pochv. Prichiny, sledstvija, puti umen'shenija. M.: "Nauka", 1987, s. 102.

3. GOST 26953-86 Tehnika sel'skohozjajstvennaja mobil'naja. Metody opredelenija vozdejstvija dvizhitelej na pochvu.

4. GOST 26955-86 Tehnika sel'skohozjajstvennaja mobil'naja. Normy vozdejstvija dvizhitelej na pochvu.

5. STO AIST 1.3-2010 «Ispytanija sel'skohozjajstvennoj tehniki. Mashinnye tehnologii proizvodstva produkcii rastenievodstva. Pravila i metody ispytanija»

6. GOST R 53054-2008 Mashinnye tehnologii proizvodstva produkcii rastenievodstva. Metody jekologicheskoj ocenki.

УДК 631.303

КАЧЕСТВО ВЫДЕЛЕНИЯ СЕМЯН ГОРЧИЦЫ И СОРГО ИЗ ПШЕНИЦЫ ЯЧЕИСТЫМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ

Тишанинов Николай Петрович,
доктор технических наук, профессор,
Анашкин Александр Витальевич,
кандидат технических наук, заведующий лабораторией, Тамбов,
E-mail: av-anashkin@mail.ru

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве

Реферат. *Представлены результаты исследований динамики выделения семян горчицы и сорго из пшеницы при различной исходной засоренности зерносмеси. Установлено, что продолжительность выделения семян горчицы составляет 18…22 с, а сорго при исходной засоренности 3% и выше – 43 с. При коэффициенте кинематического режима, равном 0,419 обеспечивается достаточно высокая степень выделения компонентов из зерносмеси, но увеличение продолжительности процесса в сравнении с выделением из зерносмеси проса ограничивает использование стандартных кукольных цилиндров и увеличивает неизбежные потери основной культуры. Рассмотрены возможности интенсификации процесса за счет*

увеличения коэффициента кинематического режима до 0,545. С ростом коэффициента кинематического режима вращения ячеистой поверхности постепенно увеличивали угол подъема верхней кромки передней стенки выводного лотка с тем, чтобы минимизировать неизбежные потери основной культуры. В результате получено сокращение продолжительности процесса при выделении семян горчицы из зерносмеси до 10 с, а семян сорго – до 15 с. Уровень неизбежных потерь основной культуры на оптимальных скоростных и временных режимах работы стенда составил 0,05…0,09%. Потери обусловлены случайным характером захвата зерновок основной культуры и их инерционным удержанием в ячеях кукольного цилиндра.

Ключевые слова. *Качество процесса, зерносмесь, примесь, режимы работы, степень выделения, потери.*

QUALITY OF WHEAT CLEANING FROM MUSTER'S SEEDS AND SORGO BY INDENT CYLINDER

Tishaninov Nikolay,
Full Doctor of Technical Sciences, professor, head of department, All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Tambov
Anashkin Alexander,
candidate of technical Sciences, head of the laboratory, All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Tambov, e-mail: av-anashkin@mail.ru
FSBSI All-Russian Scientific Research Institute of Use of Machinery and Oil Products in Agriculture, Tambov

Abstract. *The results of investigations of the dynamics of the separation of mustard seeds and sorghum from wheat are presented for different initial contamination of the grain mixture. It has been established that the duration of the allocation of mustard seeds is 18 ... 22 s, and sorghum at initial contamination of 3% and above is 43 s. With a kinematic coefficient of 0.419, a sufficiently high degree of separation of the components from the grain mixture is ensured, but an increase in the duration of the process compared to the separation of millet from the grain mixture limits the use of standard puppet cylinders and increases the inevitable losses of the main crop. The possibilities of intensification of the process due to the increase in the coefficient of the kinematic regime up to 0.545 are considered. As the coefficient of the kinematic rotation regime of the cellular surface increases, the angle of rise of the upper edge of the front wall of the output tray is gradually increased in order to minimize the inevitable losses of the main crop. As a result of the research, a reduction in the duration of the process was obtained with the separation of mustard seeds from the grain mixture to 10 s, and the sorghum seeds up to 15 s. The level of unavoidable losses of the main crop at optimal high-speed and temporary modes of stand operation was 0.05 ... 0.09%. Losses are due to the random nature of grains capture the main culture and their inertial retention in the cells of the puppet cylinder.*

Keywords. *Process quality, grain mixture, impurity, operating modes, degree of excretion, loss.*

Введение. Созданное ФГБНУ ВНИИТиН приборное и стендовое оборудование для исследований ячеистых поверхностей впервые позволило получать динамику выделения примесных компонентов из зерносмесей. Характер выделения различных примесных

компонентов из зерносмеси имеет общие закономерности, однако существенно зависит от их физико-механических свойств. Для легковыделяемых примесных компонентов установлены рациональные скоростные и конструктивные параметры приборно-стендового оборудования, но примесные компоненты с большим углом внутреннего трения увеличивают продолжительность процесса при сопоставимой степени их выделения из зерносмеси. К таким примесям относятся семена горчицы и сорго. Продолжительность процесса, степень выделения примеси и технологические потери основной культуры являются определяющими критериями при модернизации и создании новых триерных блоков, поэтому исследования процессов выделения семян горчицы и сорго из зерносмесей ячеистыми поверхностями являются актуальными.

Методы и средства. В работе использовались базовые положения классической теории триеров, разработанные методики исследований ячеистых поверхностей, вновь созданное приборное и стендовое оборудование.

Результаты и обсуждение. Результаты исследований динамики выделения примесей при коэффициенте кинематического режима $К_1$ = 0,419 представлены на рисунках 1 и 2. В эксперименте учитывалось, что продолжительность выделения примесного компонента следует ограничивать степенью выделения (С), приемлемой для обеспечения заданного уровня остаточной засоренности ($З_о$). Угол подъема передней кромки лотка составлял 40^0, скорость вращения ячеистого цилиндра n = 50 об/мин. При $m_н$ = 0,75 кг и исходной засоренностью $З_и$ = 1; 1,5% сорго степень выделения С > 99,5% достигается за 7…8 интервалов времени – 26,3…30,5 циклов выделения. Это большая продолжительность процесса в сравнении с просом в качестве примесного компонента. Очевидно, что для сорго характерен меньший эффект динамической сегрегации в слое пшеницы, чем для проса. Причиной этого является разница физико–механических свойств этих примесных компонентов. Размеры зерновок сорго в 1,47 раза больше зерновок проса. Угол внутреннего трения у сорго составляет $31,4^0$, а у проса – $20,3^0$. просо при проникновении через слои пшеницы имеет меньшее сопротивление. Насыпная плотность у сорго на 6% выше, чем у проса, но это не компенсирует влияние первых двух свойств на эффект динамической сегрегации в слое основной культуры. Увеличение $m_н$ до 1,0 кг при $З_и$ = 1% не приводит к росту продолжительности выделения сорго из пшеницы и снижению степени выделения (С = 99,7%) за счет роста потенциала динамической сегрегации – абсолютного значения массы примеси в сегменте.

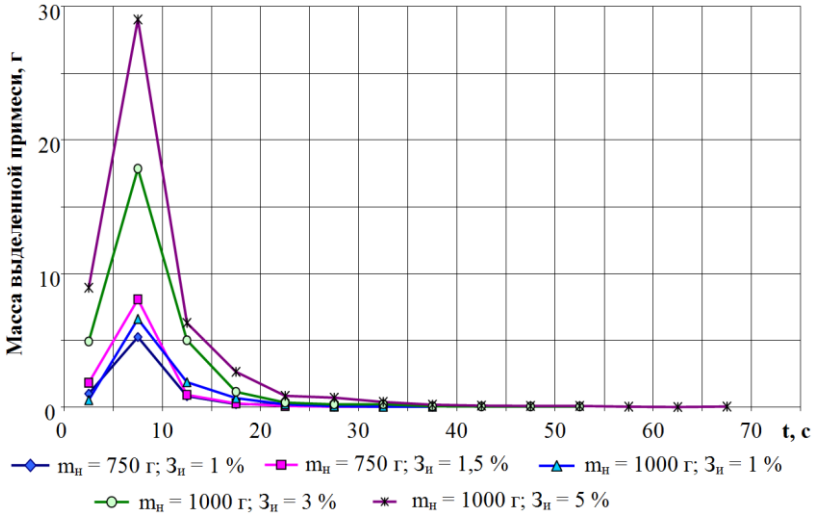


Рисунок 1 – Динамика выделения сорго из пшеницы

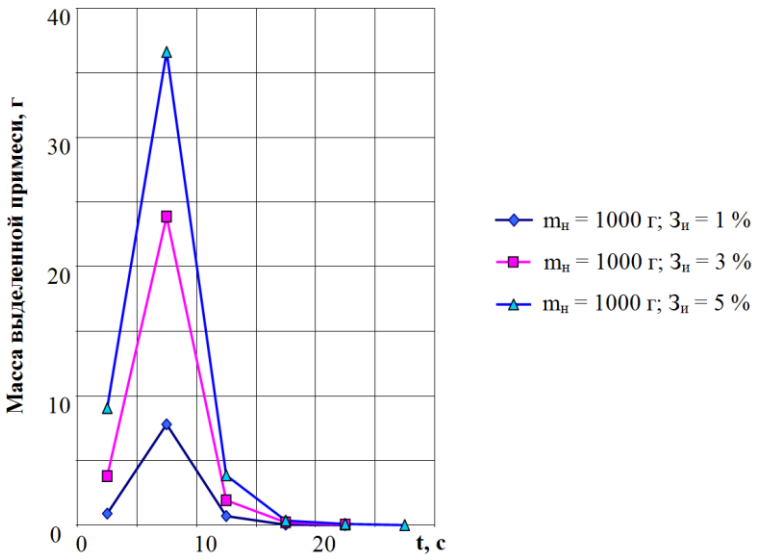


Рисунок 2 –Динамика выделения горчицы из пшеницы

Однако дальнейший рост исходной засоренности до 3…5% увеличивает продолжительность процесса. При $З_и$ = 3% процесс продолжается 11 интервалов времени (43 цикла), а при $З_и$ = 5% - 14 интервалов (55,5 циклов). Кроме того, несколько снизилась степень выделения сорго – 99,4 и 98,7% соответственно. Очевидно, что физико-механические свойства сорго (особенно размеры и угол внутреннего трения) существенно снижают эффективность процесса. Поэтому сорго нельзя отнести к легковыделяемым примесным компонентам , так как 43 цикла выделения зерносмеси с $З_и$ = 3% превышают возможности стандартного кукольного цилиндра. Подтверждением этого послужил проверочный эксперимент, когда мы увеличили содержание сравниваемой примеси (проса) в зерносмеси до $З_и$ = 5%. В результате получили С = 100% за 7 интервалов времени – 26,3 цикла выделения.

Выделение горчицы из пшеницы (рисунок 4.50) осуществляется за 5…6 интервалов времени по 5 с до С = 100%. Это составляет 18…22 цикла. Семена горчицы также обладают высоким уровнем динамической сегрегации. Самая высокая степень выделения примесного компонента (С = 100%) получена при $З_и$ = 5 %, то есть повышение эффекта обусловлено ростом потенциала сегрегации. Процесс протекает сходно с тем, когда примесным компонентом является просо. Размеры семян горчицы на 14% меньше, чем проса, но угол внутреннего трения ($24,6^0$) на $4,1^0$ больше. Семена горчицы следует отнести к легко выделяемым примесным компонентам.

Из приведенного выше следует, что при выбранных режимах работы ячеистого цилиндра, который характеризуется коэффициентом кинематического режима – K_1 = 0,419, продолжительность выделения исследуемых компонентов из пшеницы соизмерима с возможностями стандартного ячеистого цилиндра - она достаточно велика. Возможности сокращения продолжительности выделения указанных примесных компонентов из пшеницы связаны с увеличением коэффициента кинематического режима, но при этом возрастают риски захвата и инерционного удержания в ячеях зерновок основной культуры.

В дальнейшем для исследований нами приняты исходная засоренность зерносмеси – $З_и$ = 1,5% (от нее практически не зависит продолжительность процесса до исходной засоренности в 3 % из-за эффекта динамической сегрегации компонентов), а коэффициент кинематического режима увеличен до K_2 = 0,545 (57 об/мин). Для сокращения рисков захвата

ячеями зерновок основной культуры увеличивали угол подъема верхней кромки передней стенки выводного лотка ($\gamma_п$). Навеска зерносмеси составляла 1 кг.

В поисковой части исследований мы сохраняли величину $\gamma_п=40^0$ и за t=25 с обеспечили степень выделения семян горчицы на уровне С=99%, но в выделенном примесном компоненте оказалось 113 зерновок основной культуры – 0,37% потерь. При увеличении $\gamma_п$ до 45^0 удалось сократить число зерновок основной культуры в выделенном компоненте до 68 штук. Сокращение продолжительности времени выделения примесного компонента из зерносмеси с 25 до 15 с позволило уменьшить количество зерновок основной культуры в выделенном компоненте до 58 штук. Таким образом, резервы эффективности выления примесного компонента из зерносмеси связаны с ростом величины $\gamma_п$ и сокращением времени выделения (t). Результаты исследований по выделению семян горчицы из пшеницы при $\gamma_п=50^0$ и K_2 = 0,545 представлены на рисунке 3. При продолжительности процесса t=10 с достигается высокая степень выделения примесного компонента - С=99,3%, и обеспечивается приемлемый уровень содержания зерновок основной культуры в выделенном компоненте 25 штук.

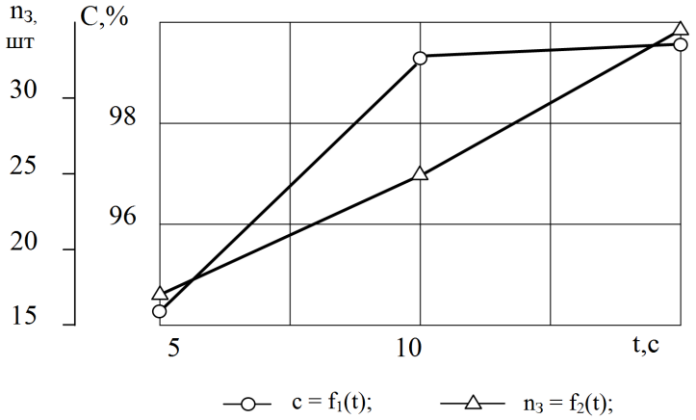


Рисунок 3 – Взаимосвязи степени выделения (С) семян горчицы из пшеницы и зерновок основной культуры ($n_з$) от продолжительности выделения (t)

Увеличение $\gamma_п$ до 55^0 при t=10 с привело к снижению степени выделения примесного компонента из пшеницы до С=99%, но содержание зерновок основной культуры оказалось минимальным – 15 штук – 0,05% потерь. Эти параметры и режимы работы прибора нами приняты как наиболее рациональные для выделения семян горчицы из пшеницы. Степень выделения на уровне 99% вполне достаточна, так как при исходной засоренности $З_и$=1,5% остаточная засоренность зерносмеси $З_о$=0,015%. Такой уровень остаточной засоренности зерносмеси не может служить предметом разногласий при реализации партии зерна.

Результаты исследований по выделению семян сорго из пшеницы при $\gamma_п=55^0$ и K_2 = 0,545 представлены на рисунке 4, из которого видно, что при t = 15 с обеспечивается степень выделения примесного компонента на уровне С = 98,7%, а в выделенном компоненте содержится 27 зерновок основной культуры – 0,09% потерь. Эти параметры также следуют считать наиболее рациональными, так как дальнейшее снижение продолжительности процесса до 10 с приводит к снижению степени выделения примеси – С=97,3%, а увеличение продолжительности процесса связанно с ростом содержания зерновок основной культуры в выделенном компоненте. Увеличение $\gamma_п$ до 60^0 при K_2 = 0,545 связано со снижением степени выделения сорго из зерносмеси, а снижение $\gamma_п$ относительно $\gamma_п=55^0$ приводит к росту содержания зерновок основной культуры в выделенном примесном компоненте.

Выводы. Повышение значения угла внутреннего трения у семян сорго и горчицы

увеличивают продолжительность их выделения из зерносмеси в сравнении с просом. Сокращение продолжительности процесса возможно при увеличении коэффициента кинематического режима с 0,419 до 0,545 при увеличении угла подъема верхней кромки передней стенки выводного лотка до 55^0. При этом наивысшая эффективность процесса обеспечивается за 10 с для семян горчицы и за 15 с для семян сорго, а уровень неизбежных потерь зерновок основной культуры от вероятного их захвата ячеями кукольного цилиндра составляет 0,05…0,09%.

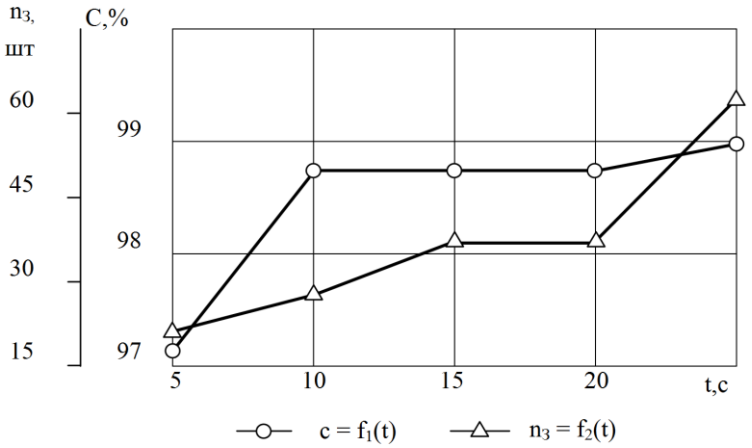


Рисунок 4 – Взаимосвязи степени выделения (С) семян сорго из пшеницы и зерновок основной культуры ($n_з$) от продолжительности выделения (t)

Список литературы

1. Патент РФ №2492940. Стенд для испытаний ячеистых поверхностей / Н.П. Тишанинов, А.В. Анашкин, А.Г. Амельянц, М.А. Тишанинов, К.А. Растюшевский. - №2012112301/03 заявл. 29.03.2012 опубл. 20.09.2013, Бюл. №26.

2. Патент РФ №2492941. Стенд для испытаний ячеистых поверхностей / Н.П. Тишанинов, А.Г. Амельянц, А.В. Анашкин, К.Н. Тишанинов, К.А. Растюшевский. - № 2012113207/03 заявл. 04.04.2012 опубл. 20.09.2013, Бюл. №26.

3. Тишанинов Н.П. Обоснование параметров стенда для исследования ячеистых поверхностей / Н.П. Тишанинов, А.В. Анашкин, К.А. Растюшевский // Техника в сельском хозяйстве. – 2013. – № 2. – С. 18…21.

4. Тишанинов Н.П. Обоснование параметров стенда циклического действия для исследований ячеистых поверхностей / Н.П. Тишанинов, А.В. Анашкин, Х.Д.Д. Альшинайиин // Наука в центральной России. – 2016. – № 4 (22). – С. 90-98.

5. Тишанинов Н.П. Обоснование режимов работы и параметров прибора для рассева проб зерносмесей / Н.П. Тишанинов, А.В. Анашкин, Х.Д.Д. Альшинайиин // Наука в центральной России. – 2016. – № 3 (21). – С. 74-80.

6. Тишанинов Н.П. Результаты исследований процесса триерной сепарации зерносмесей / Н.П. Тишанинов, А.В. Анашкин // Наука в центральной России. – 2013. – № 6. – С. 37-45.

7. Тишанинов Н.П. Результаты поисковых исследований прибора для разделения зерносмесей / Н.П. Тишанинов, А.В. Анашкин // Наука в центральной России. – 2016. – № 5 (23). – С. 37-44.

8. Тишанинов Н.П. Обоснование оптимальных параметров и режимов работы прибора для разделения зерносмесей по длине частиц / Н.П. Тишанинов, А.В. Анашкин, Х.Д.Д. Альшинайиин // Наука в центральной России. – 2017. – № 1 (25). – С. 10-19.

9. Летошнев М.Н. Теория триера // Сборник научно-технических работ ЛИМЭСХ. – М.: Л.: ОГИЗ Сельхозгиз, 1948. – т.4.

10. Летошнев М.Н. Сельскохозяйственные машины, теория, расчет, проектирование и испытание. – М.: Л.: Сельхозгиз, 1955. – 856 с.

11. Листопад Г.Е. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. – М.: Агропромиздат, 1986. – 687 с.

12. Мироненко Д.Н. Исследование работы фрикционного триерного цилиндра // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2009. - №2. – с.45 - 49.

References

1. Patent RF №2492940. Stend dlja ispytanij jacheistyh poverhnostej / N.P. Tishaninov, A.V. Anashkin, A.G. Amel'janc, M.A. Tishaninov, K.A. Rastjushevskij. - №2012112301/03 zajavl. 29.03.2012 opubl. 20.09.2013, Bjul. №26.

2. Patent RF №2492941. Stend dlja ispytanij jacheistyh poverhnostej / N.P. Tishaninov, A.G. Amel'janc, A.V. Anashkin, K.N. Tishaninov, K.A. Rastjushevskij. - № 2012113207/03 zajavl. 04.04.2012 opubl. 20.09.2013, Bjul. №26.

3. Tishaninov N.P. Obosnovanie parametrov stenda dlja issledovanija jacheistyh poverhnostej / N.P. Tishaninov, A.V. Anashkin, K.A. Rastjushevskij // Tehnika v sel'skom hozjajstve. – 2013. – № 2. – S. 18…21.

4. Tishaninov N.P. Obosnovanie parametrov stenda ciklicheskogo dejstvija dlja issledovanij jacheistyh poverhnostej / N.P. Tishaninov, A.V. Anashkin, H.D.D. Al'shinajiin // Nauka v central'noj Rossii. – 2016. – № 4 (22). – S. 90-98.

5. Tishaninov N.P. Obosnovanie rezhimov raboty i parametrov pribora dlja rasseva prob zernosmesej / N.P. Tishaninov, A.V. Anashkin, H.D.D. Al'shinajiin // Nauka v central'noj Rossii. – 2016. – № 3 (21). – S. 74-80.

6. Tishaninov N.P. Rezul'taty issledovanij processa triernoj separacii zernosmesej / N.P. Tishaninov, A.V. Anashkin // Nauka v central'noj Rossii. – 2013. – № 6. – S. 37-45.

7. Tishaninov N.P. Rezul'taty poiskovyh issledovanij pribora dlja razdelenija zernosmesej / N.P. Tishaninov, A.V. Anashkin // Nauka v central'noj Rossii. – 2016. – № 5 (23). – S. 37-44.

8. Tishaninov N.P. Obosnovanie optimal'nyh parametrov i rezhimov raboty pribora dlja razdelenija zernosmesej po dline chastic / N.P. Tishaninov, A.V. Anashkin, H.D.D. Al'shinajiin // Nauka v central'noj Rossii. – 2017. – № 1 (25). – S. 10-19.

9. Letoshnev M.N. Teorija triera // Sbornik nauchno-tehnicheskih rabot LIMJeSH. – M.: L.: OGIZ Sel'hozgiz, 1948. – t.4.

10. Letoshnev M.N. Sel'skohozjajstvennye mashiny, teorija, raschet, proektirovanie i ispytanie. – M.: L.: Sel'hozgiz, 1955. – 856 s.

11. Listopad G.E. Sel'skohozjajstvennye i meliorativnye mashiny. – M.: Agropromizdat, 1986. – 687 s.

12. Mironenko D.N. Issledovanie raboty frikcionnogo triernogo cilindra // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2009. - №2. – s.45 - 49.

УДК 621.436

ВОЗДЕЙСТВИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ СМЕСЕВОГО ТОПЛИВА НА ПОКАЗАТЕЛИ ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ

Уханов Александр Петрович,
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой, ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет», г. Пенза, E-mail: ukhanov.penza@mail.ru

Уханова Юлия Владимировна,
аспирант, ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет», г. Пенза, E-mail: y.uhanova@yandex.ru
Сидоров Евгений Алексеевич,
кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой, ФГБОУ ВО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия имени П.А. Столыпина», г. Ульяновск, E-mail: sidorovevgeniy@yandex.ru
Якунин Александр Иванович,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия имени П.А. Столыпина», г. Ульяновск, E-mail:serviceandmechanics@yandex.ru
Сидорова Лилия Ильдаровна,
кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия имени П.А. Столыпина», г. Ульяновск, E-mail: lilya.sidorova@inbox.ru

Реферат. *Оценивали воздействие ультразвуковой обработки рыжико-минерального топлива на мощностные, топливно-экономические и экологические показатели тракторного дизеля. Представлены результаты экспериментальных исследований воздействия ультразвуковой обработки смесевого рыжико-минерального топлива на показатели тракторного дизеля при его работе на нагрузочно-скоростных режимах, характерных для условий эксплуатации. Влияние озвученного и не озвученного смесевого топлива на показатели двигателя оценивалось методом сравнительных экспериментальных исследований тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 (Д-243) при работе на трёх видах топлива: 1 - летнем минеральном дизельном топливе; 2 - рыжико-минеральном топливе 90 % РыжМ + 10 % ДТ, не обработанном ультразвуком; 3 - рыжико-минеральном топливе 90 % РыжМ + 10 % ДТ (УЗ), обработанном ультразвуком. Ультразвуковую обработку исследуемых топлив осуществляли при помощи диспергатора УЗДН-2Т с магнитострикционными излучателями на 44 кГц в лабораторных условиях непосредственно перед проведением моторных исследований в течение 50 мин. За оценочные показатели дизеля приняты эффективная мощность, часовой расход топлива, удельный эффективный расход топлива, эффективный коэффициент полезного действия, дымность и содержание оксида углерода в отработавших газах. Результаты исследований показали, что обработка ультразвуком рыжико-минеральном топлива 90 % РыжМ + 10 % ДТ(УЗ) позволяет улучшить мощностные, топливно-экономические и экологические показатели дизеля по сравнению с его работой на рыжико-минеральном топливе 90 % РыжМ + 10 % ДТ, не обработанном ультразвуком, и приближает значения оценочных показателей дизеля до уровня, соответствующего работе дизеля на минеральном дизельном топливе.*

Ключевые слова*: дизель, минеральное топливо, растительное масло, дизельное смесевое топливо, ультразвук, показатели.*

IMPACT OF ULTRASONIC TREATMENT MIXED FUELS FOR INDICATORS TRACTOR DIESEL

Ukhanov Alexander,
Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department, FSBEE HE «Penza State Agrarian University». Penza, E-mail: ukhanov.penza@mail.ru

Ukhanova Yuliya,
graduate student, FSBEE HE «Penza State Agrarian University», Penza,
E-mail: dispgau@mail.ru
Sidorov Evgeny,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department, FSBEE HE «Ulyanovsk State Agricultural Academy named after P.A. Stolypin», Ulyanovsk,
E-mail: sidorovevgeniy@yandex.ru
Yakunin Alexander,
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, FSBEE HE «Ulyanovsk State Agricultural Academy named after P.A. Stolypin».432017, Ulyanovsk,
E-mail: serviceandmechanics@yandex.ru
Sidorova Liliya,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, FSBEE HE «Ulyanovsk State Agricultural Academy named after P.A. Stolypin», Ulyanovsk,
E-mail: lilya.sidorova@inbox.ru

Abstract. *The effect of ultrasonic treatment of camelina-mineral fuels on the power, fuel, economic and environmental parameters of the tractor diesel engine was evaluated. The results of experimental studies of the effect of ultrasonic treatment of a mixture of camelina-mineral fuel on the tractor diesel engine performance during its operation on load-speed regimes typical for operating conditions are presented. The effect of the sounded and not sounded mixture fuel on engine performance was evaluated by the method of comparative experimental studies of the tractor diesel 4h 11.0 / 12.5 (D-243) when operating on three types of fuel: a 1- mineral summer diesel fuel; 2 - camelina-mineral fuel 90% CamO + 10% DF, not processed by ultrasound; 3 - camelina-mineral fuel 90% CamO + 10% DF (US), processed by ultrasound. Ultrasonic treatment of the investigated fuels was carried out using dispersant of UZDN-2T magnetostrictive radiators at 44 kHz in the laboratory, immediately prior to engine research for 50 min. For the estimated figures of the diesel, effective power, hourly fuel consumption, specific effective fuel consumption, effective efficiency, smoke and carbon monoxide content in the exhaust gases are taken. The results of the research showed that ultrasonic treatment of camelina-mineral fuel with 90% CamO + 10% DF makes it possible to improve the power, fuel and economic and ecological parameters of the diesel, compared to its work on camelina-mineral fuel of 90% CamO + 10 % DF, not processed by ultrasound, and brings the value of the investigated performance indicators of the diesel engine to the level corresponding to the engine's operation on mineral diesel fuel.*

Key words: *diesel, mineral fuel, vegetable oil, diesel mixed fuel, ultrasound, indicators.*

Введение. Задача обеспечения постоянно растущих потребностей мировой и национальной экономик в энергоресурсах обусловливает необходимость развития возобновляемой энергетики и, в частности, биоэнергетики. Развитие биоэнергетики во многих странах мира является государственной задачей по снижению энергозависимости сельскохозяйственного производства от поставщиков нефтепродуктов, созданию дополнительных рабочих мест и производству конкурентоспособной экспортной продукции.

Одним из видов биотоплива является дизельное смесевое топливо (ДСТ), получаемое смешиванием двух компонентов: товарного минерального дизельного топлива (ДТ) и растительного масла (РМ). Возможность получить ДСТ с различным процентным соотношением компонентов позволяет обеспечить соответствие показателей теплотворных и физико-химических свойств аналогичным показателям товарного минерального ДТ, а также

паспортные технико-экономические показатели дизеля [1-5].

Важнейшей задачей при приготовлении ДСТ является обеспечение качественного смешивания его компонентов, влияющего на дальнобойность распыливаемого факела в камере сгорания дизеля, качество распыла топлива и размер топливных капель, что в конечном итоге сказывается на процессах смесеобразования, испарения и сгорания, а следовательно и технико-экономических показателях дизеля. Одним из способов улучшения качества смешивания минерального и биологического компонентов ДСТ является использование ультразвуковых колебаний. Диапазон генерируемых частот при этом достаточно широк (от 8 кГц до 44 кГц и выше). Для генерации ультразвуковых колебаний применяют, в основном, пьезоэлектрические и магнитострикционные излучатели. Ультразвуковые колебания от излучателя, например, высокочастотного генератора, передаются к обрабатываемым жидкостям через специальные трансформирующие и согласующие устройства (концентраторы, пластины и др.), заканчивающиеся излучающей поверхностью [6-8].

Перспективным биологическим компонентом ДСТ является рыжиковое масло [9]. Поэтому целью исследований является оценка воздействия ультразвуковой обработки рыжико-минерального топлива на мощностные, топливно-экономические и экологические показатели тракторного дизеля.

Материалы и методы исследований. Для оценки влияния озвученного и не озвученного ДСТ на показатели двигателя были выполнены сравнительные экспериментальные исследования тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 (Д-243) при работе на трёх видах топлива: 1 - летнем минеральном ДТ; 2 - рыжико-минеральном топливе 90 % РыжМ + 10 % ДТ, не обработанном ультразвуком; 3 - рыжико-минеральном топливе 90 % РыжМ + 10 % ДТ (УЗ), обработанном ультразвуком. Основные показатели теплотворных и физических свойств минерального ДТ, рыжикового масла и рыжико-минерального топлива 90 % РыжМ + 10 % ДТ приведены в таблице [10].

Таблица – Теплотворные и физические свойства исследуемых топлив

Вид топлива	Низшая теплота сгорания, МДж/кг	Плотность, кг/м^3	Вязкость, м^2/с
Минеральное ДТ	42,44	826	4,2
Рыжиковое масло	37,00	920	51,6
90 % РыжМ + 10 % ДТ	37,20	913	46,9

Ультразвуковую обработку исследуемых топлив осуществляли при помощи диспергатора УЗДН-2Т с магнитострикционными излучателями на 44 кГц в лабораторных условиях непосредственно перед проведением моторных исследований в течение 50 мин.

Исследования проводили на экспериментальной установке (рисунок 1), в состав которой входили дизель Д-243, оснащенный топливным насосом 4УТНМ, динамометрическая машина, система подачи ДСТ и измерительно-регистрирующий комплекс, позволяющий снимать и выводить на монитор компьютера основные параметры двигателя, а также замерять частоту вращения коленчатого вала (к.в.), расход топлива и экологические показатели [11-14]. Для преобразования сигналов с соответствующих датчиков использовали аналого-цифровой преобразователь LA-2USB, встроенный в плату компьютера.

Экспериментальные исследования дизеля при работе на исследуемых видах топлива выполняли на нагрузочно-скоростных режимах, наиболее характерных для условий эксплуатации, а именно, при работе дизеля на корректорной ветви регуляторной

характеристики с частотами вращения коленчатого вала от 1400 мин$^{-1}$ (режим максимального крутящего момента) до 2200 мин$^{-1}$ (режим номинальной мощности) с интервалом 200 мин$^{-1}$. В качестве оценочных показателей дизеля были приняты: эффективная мощность (N_e, кВт), часовой расход топлива (G_T, кг/ч), удельный эффективный расход топлива (g_e, г/кВт·ч), эффективный коэффициент КПД (η_e), дымность (Д, %) и содержание оксида углерода (СО, %) в отработавших газах.

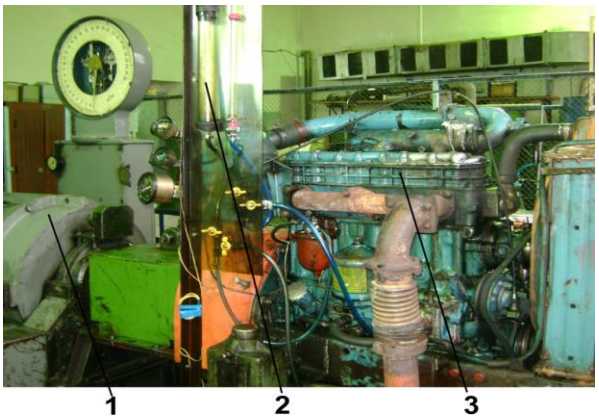


Рисунок 1 – Общий вид экспериментальной моторной установки: 1 – машина динамометрическая KS-56/4; 2 – расходомер топлива; 3 – дизель 4Ч11/12,5 (Д-243)

Результаты и их обсуждение. Характер изменения мощностных, топливно-экономических и экологических показателей дизеля показан на рисунках 2 и 3.

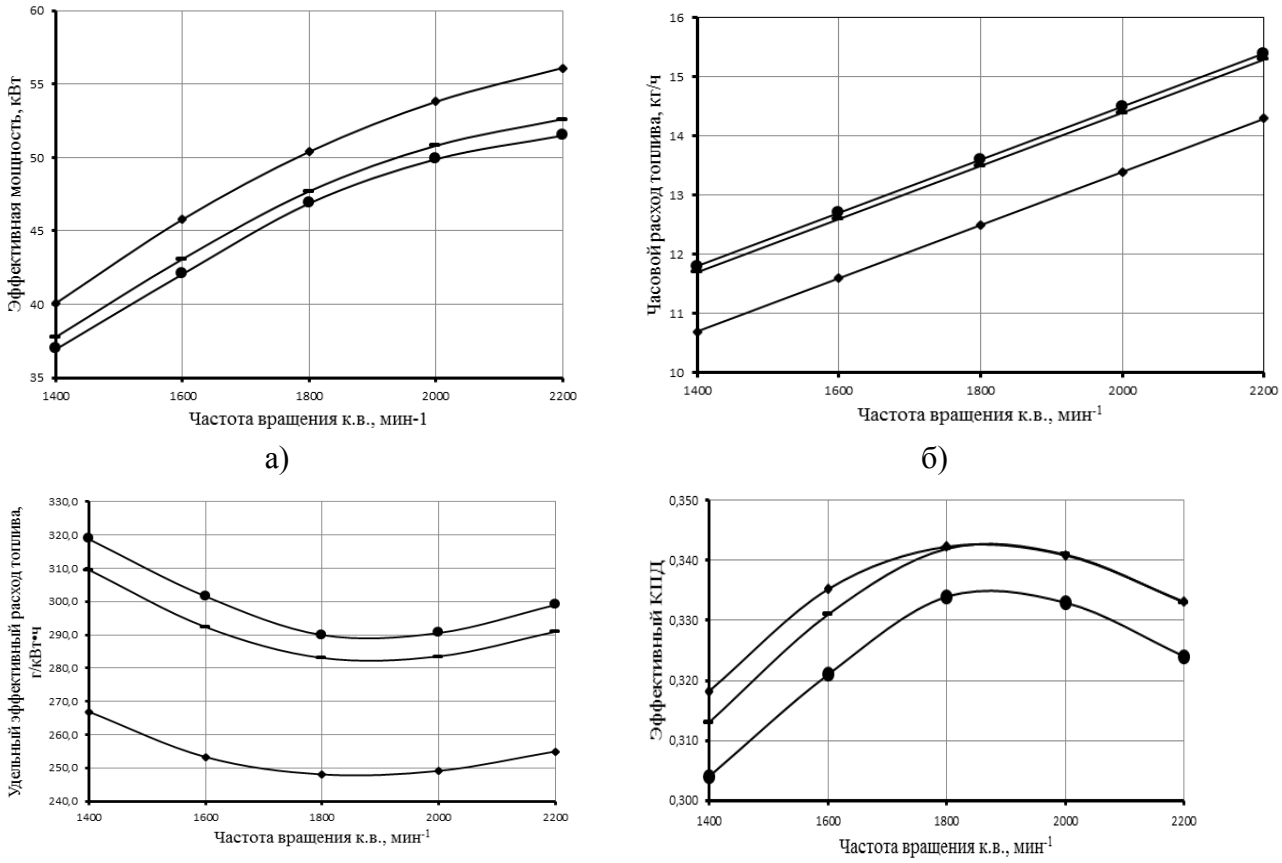
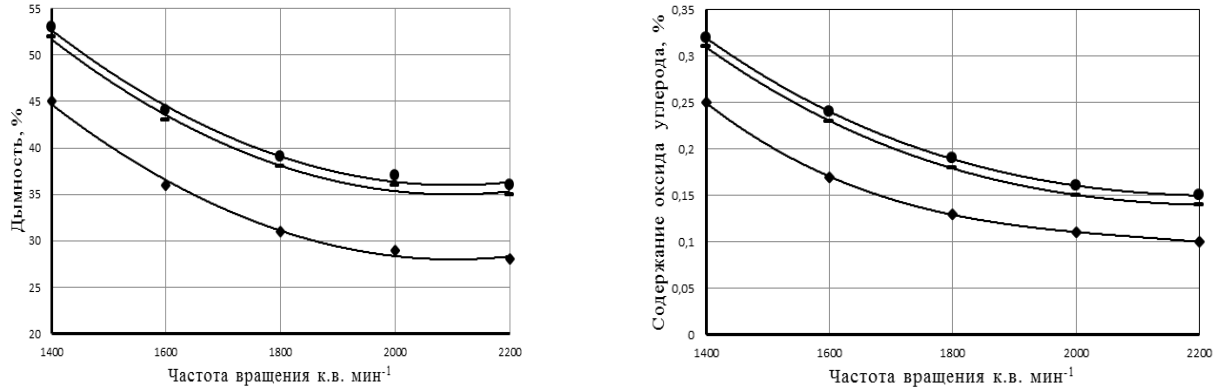


Рисунок 2 – Эффективные показатели дизеля при работе на корректорной ветви регуляторной характеристики: а) эффективная мощность; б) часовой расход топлива; в) удельный эффективный расход топлива; г) эффективный КПД

: -♦- – 100 % ДТ; -●- – 90 % РыжМ + 10 % ДТ; ▬ – 90 % РыжМ + 10 % ДТ (УЗ)



а) б)

Рисунок 3 – Экологические показатели дизеля при работе на корректорной ветви регуляторной характеристики: а) дымность; б) содержание оксида углерода; -♦- – 100 % ДТ; -●- – 90 % РыжМ + 10 % ДТ; ▬ – 90 % РыжМ + 10 % ДТ (УЗ)

Результаты исследований показывают, что наибольшую мощность двигатель выдаёт при работе на минеральном ДТ и несколько меньшую при работе на смесевом топливе 90 % РыжМ + 10 % ДТ. Например, при частоте вращения коленчатого вала 2200 мин$^{-1}$ эффективная мощность дизеля при работе на минеральном ДТ составила 56,1 кВт, на смесевом топливе - 90 % РыжМ + 10 % ДТ (УЗ) - 52,6 кВт, на не озвученном смесевом топливе 90 % РыжМ + 10 % ДТ - 51,5 кВт. Таким образом, снижение мощности при работе на смесевом топливе, обработанном ультразвуком, составило 6,2 %, а без обработки ультразвуком – 8,2 %.

Наименьший часовой расход топлива отмечался при работе дизеля на минеральном ДТ; при работе на смесевом топливе 90 % РыжМ + 10 % ДТ – расход увеличивался по отношению к работе дизеля на минеральном ДТ на 7,7...10,3 %. При обработке смесевого топлива ультразвуком часовой расход снизился по отношению к смесевому топливу, не обработанному ультразвуком, на 0,7…0,8 %.

Например, при работе дизеля на частоте вращения коленчатого вала 2200 мин$^{-1}$ часовой расход топлива увеличился с 14,3 кг/ч (минеральное ДТ) до 15,4 кг/ч (смесевое топлив), т.е. на 7,7 %. Однако при работе дизеля на озвученном смесевом топливе часовой расход снизился до 15,3 кг/ч (на 0,7 %) по отношению к работе дизеля на не озвученном топливе.

При работе дизеля на не озвученном смесевом топливе удельный эффективный расход топлива возрос на 16,7…19,5 %, по сравнению с работой дизеля на минеральном ДТ. При обработке смесевого топлива ультразвуком удельный эффективный расход топлива снизился в зависимости от частоты вращения коленчатого вала двигателя на 2,4...3,1 % относительно расхода смесевого топлива, не обработанного ультразвуком.

Наименьшие значения эффективного КПД наблюдались при работе дизеля на не озвученном смесевом топливе; снижение КПД составило 2,3…4,4 % по сравнению с работой дизеля на минеральном ДТ. Так, при частоте вращения коленчатого вала 2200 мин$^{-1}$ эффективный КПД уменьшился с 0,333 при работе на минеральном ДТ до 0,324 при работе на смесевом топливе. Обработка смесевого топлива ультразвуком, позволила обеспечить величину эффективного КПД при работе дизеля на смесевом топливе на уровне, соответствующем работе дизеля на минеральном ДТ.

Экологические показатели при работе дизеля на смесевом топливе, обработанном ультразвуком, несколько хуже, чем при работе на минеральном ДТ, но лучше, чем при

работе на смесевом топливе, не обработанном ультразвуком. Так, при частоте вращения коленчатого вала 1400 мин$^{-1}$ дымность и содержание оксида углерода увеличились соответственно с 45 % и 0,25 % при работе на минеральном ДТ до 53 % и 0,32 % при работе на не озвученном смесевом топливе. При работе на озвученном смесевом топливе дымность и содержание оксида углерода снизились до 52 % и 0,31 % соответственно по отношению к работе дизеля на озвученном смесевом топливе.

Улучшение показателей дизеля при применении смесевого топлива 90% РыжМ + 10 % ДТ (УЗ), обработанного ультразвуком, по сравнению с работой дизеля на смесевом топливе 90 % РыжМ + 10 % ДТ, не обработанном ультразвуком, можно объяснить тем, что под действием ультразвуковых колебаний рыжиковое масло и минеральное ДТ не только более качественно смешиваются между собой с образованием однородной мелкодисперсной среды, но и за счёт появления эффекта кавитации и отрыва радикалов углеводородных групп одного вида жирных кислот, содержащихся в рыжиковом масле, и присоединение их к другому виду кислот позволило повысить энергетический эквивалент такого смесевого топлива [15-17].

Заключение. Выполненные исследования показали, что обработка ультразвуком рыжико-минерального топлива (на примере смесевого топлива 90 % РыжМ + 10 % ДТ) позволяет улучшить мощностные, топливно-экономические и экологические показатели дизеля по сравнению с его работой на не озвученном смесевом топливе аналогичного состава, и приближает значения исследованных оценочных показателей дизеля до уровня, соответствующего работе дизеля на минеральном ДТ.

Список литературы

1. Использование биологических добавок в дизельное топливо. - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. - 52с.

2. Инновационные технологии производства биотоплива второго поколения. - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. - 68с.

3. Нетрадиционные биокомпоненты дизельного смесевого топлива: монография / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, Е.А. Сидоров, Е.Д. Година. – Пенза: РИО ПГСХА, 2013. – 113 с.

4. Уханов, А.П. Опыт использования сурепно-минерального топлива в дизеле сельскохозяйственного трактора: монография / А.П. Уханов, Д.А. Уханов. – Пенза: РИО ПГСХА, 2016. – 179 с.

5. Эффективность использования МТА при работе дизеля на горчично-минеральном топливе: монография / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, В.А. Голубев, Е.Д. Година. - Пенза: РИО ПГАУ, 2017. – 224с.

6. Загородских, Б. П. Улучшение показателей тракторного дизеля при работе на биодизельном топливе, обработанном ультразвуком / Б.П. Загородских, С.А. Фадеев, А.П. Уханов // Тракторы и сельхозмашины. – 2009. – № 12. – С.4–6.

7. Патент № 2546891 РФ. Ультразвуковой смеситель растительного масла и минерального топлива / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, И.Ф. Адгамов. - № 2014112926; Заяв. 02.04.2014; Опубл. 10.04.2015, Бюл. № 10.

8. Влияние ультразвуковой обработки растительно-минерального топлива на показатели тракторного дизеля / А. П. Уханов [и др.] // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2010. – № 6. – С. 5–8.

9. Сидоров, Е.А. Оценка жирнокислотного состава растительных масел и дизельных смесевых топлив на основе рыжика, сурепицы и льна масличного / Е.А. Сидоров, А.П.

Уханов, О.Н. Зеленина // Известия Самарской ГСХА. – 2013. – №3. – С.49-54.

10. Хохлова, Е.А. Элементарный состав, низшая теплота сгорания и физические свойства дизельного смесевого топлива из рыжикового масла / Е.А. Хохлова, Е.А. Сидоров // Известия Самарской ГСХА. – 2012. – №3. – С.55-59.

11. Сидоров, Е.А. Экспериментальная оценка влияния сурепно-минерального топлива на показатели рабочего процесса дизеля / Е.А. Сидоров, А.П. Уханов // Нива Поволжья. – 2012. – № 4(25) – С. 71-74.

12. Экспериментальная оценка влияния смесевого топлива на показатели рабочего процесса дизеля / А.П. Уханов, Е.А. Сидоров, Л.И. Сидорова, Е.Д. Година // Известия Самарской ГСХА. – 2012. – №3. – С.33-38.

13. Конструктивная адаптация дизелей автотракторной техники к работе на смесевом топливе / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, И.Ф. Адгамов, Е.Д. Година // Нива Поволжья. – 2014. – № 2(31). – С. 84–92.

14. Сидоров, Е.А. Особенности работы дизеля на сурепно-минеральном топливе в режиме холостого хода / Е.А. Сидоров, А.П. Уханов // Нива Поволжья. – 2013. – №3. – С.101-105.

15.Уханов, А.П. Экспериментальная оценка влияния ультразвуковой обработки сурепно-минерального топлива на показатели тракторного дизеля / А.П. Уханов, Е.А. Сидоров // Научное обозрение. – 2016. – № 1. – С. 108-114.

16. Уханов, А. П. Результаты исследований ультразвукового смесителя растительно-минерального топлива / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, И.Ф. Адгамов // Эксплуатация автотракторной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы: сб. ст. II Междунар. науч.- практ. конференции. – Пенза: РИО ПГСХА, 2015. – С. 116-120.

17. Патент № 2615880 РФ. Двухтопливная система питания автотракторного дизеля / А.П. Уханов, А.Д. Уханов, Ю.В. Уханова. - № 2016107519; Заяв. 01.03.2016; Опубл. 11.04.2017, Бюл. № 11.

References

1. Ispol'zovanie biologicheskih dobavok v dizel'noe toplivo.- M.: FGNU «Rosinformagroteh», 2007.- 52 s.

2. Innovacionnye tehnologii proizvodstva biotopliva vtorogo poko-lenija.- M.: FGNU «Rosinformagroteh», 2009.- 68 s.

3. Netradicionnye biokomponenty dizel'nogo smesevogo topliva: monografiya / A.P. Uhanov, D.A. Uhanov, E.A. Sidorov, E.D. Godina. – Penza: RIO PGSXA, 2013. – 113 s.

4. Uhanov, A.P. Opyt ispol'zovaniya surepno-mineral'nogo topliva v dizele sel'skohozyajstvennogo traktora: monografiya / A.P. Uhanov, D.A. Uhanov. – Penza: RIO PGSHA, 2016. – 179 s.

5. E'ffektivnost' ispol'zovaniya MTA pri rabote dizelya na gorchichno-mineral'nom toplive: monografiya / A.P. Uhanov, D.A. Uhanov, V.A. Golubev, E.D. Godina. - Penza: RIO PGAU, 2017. – 224 s.

6. Zagorodskih, B. P. Uluchshenie pokazatelej traktornogo dizelya pri rabote na biodizel'nom toplive, obrabotannom ul'trazvukom / B.P. Zagorodskih, S.A. Fadeev, A.P. Uhanov // Traktory i sel'hozmashiny. – 2009. – № 12. – S. 4–6.

7. Patent № 2546891 RF. Ul'trazvukovoj smesitel' rastitel'nogo masla i mineral'nogo topliva / A.P. Uhanov, D.A. Uhanov, I.F. Adgamov. - № 2014112926; Zayav. 02.04.2014; Opubl. 10.04.2015, Byul. № 10.

8. Vliyanie ul'trazvukovoj obrabotki rastitel'no-mineral'nogo topliva na pokazateli traktornogo dizelya / A. P. Uhanov [i dr.] // Traktory i sel'skohozyajstvennye mashiny. – 2010. – № 6. – S. 5–8.

9. Sidorov, E.A. Ocenka zhirnokislotnogo sostava rastitel'nyh masel i dizel'nyh smesevyh topliv na osnove ryzhika, surepicy i l'na maslichnogo / E.A. Sidorov, A.P. Uhanov, O.N. Zelenina // Izvestiya Samarskoj GSHA. – 2013. – №3. – S.49-54.

10. Hohlova, E.A. E'lementarnyj sostav, nizshaya teplota sgoraniya i fi-zicheskie svojstva dizel'nogo smesevogo topliva iz ryzhikovogo masla / E.A. Hohlova, E.A. Sidorov // Izvestiya Samarskoj GSHA. – 2012. – №3. – S.55-59.

11. Sidorov, E.A. E'ksperimental'naya ocenka vliyaniya surepno-mineral'nogo topliva na pokazateli rabochego processa dizelya / E.A. Sidorov, A.P. Uhanov // Niva Povolzh'ya. – 2012. – № 4(25) – S. 71-74.

12. E'ksperimental'naya ocenka vliyaniya smesevogo topliva na pokazateli rabochego processa dizelya / A.P. Uhanov, E.A. Sidorov, L.I. Sidorova, E.D. Godina // Izvestiya Samarskoj GSHA. – 2012. – №3. – S.33-38.

13. Konstruktivnaya adaptaciya dizelej avtotraktornoj tehniki k rabote na smesevom toplive / A.P. Uhanov, D.A. Uhanov, I.F. Adgamov, E.D. Godina // Niva Povolzh'ya. – 2014. – № 2(31). – S. 84–92.

14. Sidorov, E.A. Osobennosti raboty dizelya na surepno-mineral'nom toplive v rezhime holostogo hoda / E.A. Sidorov, A.P. Uhanov // Niva Povolzh'ya. – 2013. – №3. – S.101-105.

15. Uhanov, A.P. E'ksperimental'naya ocenka vliyaniya ul'trazvukovoj obrabotki surepno-mineral'nogo topliva na pokazateli traktornogo dizelya / A.P. Uhanov, E.A. Sidorov // Nauchnoe obozrenie. – 2016. – № 1. – S. 108-114.

16. Uhanov, A. P. Rezul'taty issledovanij ul'trazvukovogo smesitelya rastitel'no-mineral'nogo topliva / A.P. Uhanov, D.A. Uhanov, I.F. Adga-mov // E'kspluataciya avtotraktornoj tehniki: opyt, problemy, innovacii, perspektivy: sb. st. II Mezhdunar. nauch.- prakt. konferencii. – Penza: RIO PGSHA, 2015. – S. 116-120.

17. Patent № 2615880 RF. Dvuhtoplivnaya sistema pitaniya avtotraktornogo dizelya / A.P. Uhanov, A.D. Uhanov, Y.V. Uhanova. - № 2016107519; Zayav. 01.03.2016; Opubl. 11.04.2017, Byul. № 11.

УДК 636.085

ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ У КОРОВ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ РАЦИОНОВ ПО ПРОТЕИНУ

Филиппова Ольга Борисовна,
кандидат биологических наук, E-mail: filippova1968@mail.ru
Кийко Елена Ильинична,
кандидат биологических наук, E-mail: alenakiiko@mail.ru
Маслова Надежда Ивановна,
младший научный сотрудник, E-mail: tniij@yandex.ru

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов

Реферат. *Представлены результаты скармливания дойным коровам кормовых смесей, в состав которых включены различные варианты комбикормов. В рецептах опытных комбикормов использованы следующие компоненты: натуральное зерно люпина в количестве 8 и 15%, жмых подсолнечниковый в количестве 8 %, а также зерно пшеницы, ячменя, кукурузы, витамины и минеральные добавки. Соотношения компонентов в комбикормах подобраны с учетом степени растворимости протеина в рубце, определенной в результате собственных биохимических анализов. Определена переваримость сухого вещества полученных комбикормов. Определен фракционный состав кормовой смеси, в которую вместе с опытными комбикормами были включены основные корма - сено люцерновое, силос кукурузный и сенаж злаково-бобовый. Представлены результаты скармливания опытных кормовых смесей коровам в период первых 100 дней лактации. Контроль над процессами пищеварения и обмена веществ осуществляли на основе показателей рубцовой жидкости, взятой у животных через три часа после кормления. Основные показатели содержимого рубца находились в пределах нормы, характерной для высокопродуктивных животных. Уровень содержания аммиака в рубцовой жидкости коров указывал на достаточную концентрацию доступной энергии и расщепляемого протеина во всех вариантах рационов. Скармливание комбикорма с содержанием натурального зерна люпина в количестве 15% может снижать интенсивность процессов пищеварения, протекающих в рубце коров в первые три недели лактации. Рекомендовано для коров в период раздоя подготавливать кормовую смесь с более однородным размером частиц.*

Ключевые слова: *крупный рогатый скот, комбикорм, кормовые смеси, зерно люпина, жмых подсолнечниковый, рубцовое пищеварение.*

THE DIGESTIVE PROCESSES IN COWS IN THE OPTIMIZATION OF RATIONS FOR PROTEIN

Filippova Olga,
Candidate of Biological Sciences, E-mail: filippova1968@mail.ru
Kiyko Elena,
Candidate of Biological Sciences, E-mail: alenakiiko@mail.ru
Maslova Nadezhda,
Junior Scientific Worker, E-mail: tniij@yandex.ru

FSBSI All-Russian Scientific Research Institute of Use of Machinery and Oil Products in Agriculture, Tambov

Abstract. *The results of feeding dairy cows with feed mixtures containing various variants of mixed fodder are presented. The following components: natural lupine grain in the amount of 8 and 15%, sunflower meal in the amount of 8%, as well as wheat, barley, corn, vitamins and mineral supplements are used in recipes for experimental mixed fodders. The ratios of components in mixed feeds are chosen taking into account the degree of solubility of the protein in the rumen, in particular by its own biochemical analyzes. The digestibility of the dry matter of the obtained mixed fodders was determined. The fractional composition of the feed mixture, in which, together with the experimental mixed fodders, the main feeds were included - hay lucerne, corn silage and hay-legume hay, was determined. The results of feeding experimental fodder mixtures to cows during the first 100 days of lactation are presented. The control over the processes of digestion and metabolism was carried out on the basis of indicators of the rumen liquid taken from the animals in three hours after feeding. Key indicators of the rumen contents were within normal limits,*

characteristic for highly productive animals. The levels of ammonia in rumen fluid of cows indicated sufficient concentration of available energy and degradable protein in all variants of rations. Feeding of mixed feeds with the content of natural lupine grain in number of 15% can reduce intensity of the processes of digestion proceeding in a hem of cows in the first three weeks of lactation. A fodder mixture with a more uniform particle size is recommended to be prepared for cows in the period of rasping.

Keywords: *cattle, feed, fodder mixtures, grain lupine, sunflower meal, cicatricial digestion.*

Введение. В любой физиологический период коровам требуется тщательно сбалансированный рацион, иначе у них возникает нарушение обмена веществ, вызванное дефицитом или неправильным соотношением тех или иных компонентов кормов [1]. Важным показателем протеиновой полноценности корма для жвачных животных является не только содержание в нем переваримого протеина, но и соотношение легко и трудно расщепляемых его фракций [2]. Нормирование рационов по сырому и переваримому протеину без учета его распадаемости и ферментативных процессов в преджелудках приводит к нарушениям обмена веществ, перерасходу кормового белка и снижению эффективности производства продуктов животноводства. С ростом продуктивности значение доли нерасщепленного в рубце протеина в рационе возрастает. Силос, сенаж, а также корнеплоды и большая часть зерновых (овес, ячмень, пшеница) характеризуются высокой степенью расщепляемости протеина. Если в рационах высокопродуктивных животных использовать только эти корма, то они будут испытывать дефицит белка [3]. Известно [4], что оптимальным соотношением распадаемого и не распадаемого в рубце протеина в кормах является соотношение 60-70/40-30 (% от сырого протеина). Эти показатели являются основным критерием качества протеина для жвачных, так как положительно влияют на увеличение молочной продуктивности. Одним из методов, позволяющих регулировать соотношение легко и трудно расщепляемого протеина, является подбор ингредиентов комбикормов с разными показателями степени его расщепляемости.

У жвачных значительная часть питательных веществ корма переваривается в преджелудках за счет симбиотической микрофлоры [5, 6]. Размер компонентов в кормовой смеси, ее структура оказывает большое влияние на переваривание корма и правильную работу рубца. Чрезмерно измельченный корм (до частиц менее 40 мм) может слишком быстро эвакуироваться из пищеварительного тракта. Частицы длиной 5-10 см дольше задерживаются в рубце. Если не соблюдать баланс размера компонентов, то корм будет выходить из коровы непереваренным, что отразится на удое [7]. Реакция среды рубца отражает состояние пищеварительного процесса, уровень распада протеина кормов и синтеза микробиального белка, а также скорость всасывания продуктов ферментации из преджелудков в кровь. Цель исследования заключалась в изучении рубцового пищеварения молочных коров в период раздоя под влиянием скармливания полнорационных кормовых смесей с включением комбикормов различного состава, в том числе с натуральным зерном люпина и жмыхом подсолнечниковым.

Методы и объекты исследования. Рационы рассчитывались с учетом химического состава и питательности кормов на основе рекомендованных норм [4]. Для оценки уровня поедаемости животными различных компонентов кормосмеси остатки с кормового стола отбирали через 3 и 6 часов после раздачи и с помощью пенсильванского сита распределяли по категориям. Анализ кормов проведен по соответствующим методикам [8]. Переваримость сухого вещества комбикормов – методом invitro (ГОСТ 24230-80).

Для изучения процессов пищеварения у коров отбирались пробы рубцовой жидкости при помощи пищевого зонда через три часа после утреннего кормления. Пробы исследовались дважды – через 2-3 недели после отела и на 7-8-й неделе лактации.В рубцовом содержимом определяли: концентрацию летучих жирных кислот – методом паровой дистилляции в аппарате Маркгама; содержание аммиака – с реактивом Несслера; общую кислотность – методом титрования; реакцию среды рубца (pH) – потенциометрически; функциональную активность микрофлоры – экспресс-методом в пробах с метиленовым синим и сбраживанием глюкозы; целлюлозолитическую активность – по перевариванию микрофлорой хлопчатобумажной нити [5].

Кормление осуществляли в условиях молочной фермы АО «Голицыно» Никифоровского района Тамбовской области на коровах черно-пестрой породы живой массой 600 кг и среднесуточным удоем 24-28 кг в период раздоя. В состав кормосмеси входили: силос кукурузный, сено люцерновое, сенаж злаково-бобовый (люцерна и овес), патока свекловичная, комбикорма различного состава. В состав комбикормоввошли следующие компоненты: фуражное зерно ячменя, пшеницы, кукурузы, жмых подсолнечниковый, натуральное зерно люпина. Смешивание и дробление компонентов осуществляли на КМЗ «Доза». Витаминно-минеральный комплекс комбикормов состоял из Минвита-6, кормовых добавок – монофосфатов кальция и натрия, соли поваренной. Для оптимизации состава рационов была использована компьютерная программа «Корм Оптима».Для приготовления кормовых смесей использовался кормораздатчик-смеситель ИСРК-12 «Хозяин», который обеспечивал измельчение и смешивание кормов.

Результаты исследования. Главной задачей при составлении структуры рационов было получение оптимальных соотношений расщепляемого и нерасщепляемого в рубце протеина, сахаропротеинового отношения, концентрации переваримого протеина в единице энергии корма и сырого жира. Перед составлением рационов проводили зоотехнический анализ компонентов комбикормов, в том числе определяли содержание распадаемого и не распадаемого в рубце протеина по степени его растворимости. Определение доли легко расщепляемой фракции кормового белка необходимо для нормирования азота, доступного для микробиального синтеза. Прямая взаимосвязь между растворимостью и расщепляемостью протеина в рубце отражается в уравнениях регрессии, позволяющих определять в кормах содержание расщепляемого протеина по его растворимости [2, 9]:

$$y = 34{,}37 + 0{,}76 * x$$

где у – расщепляемость за 6 часов инкубации,х – растворимость протеина в буфере Мак-Даугла, % от сырого протеина.

Согласно собственным исследованиям и справочным данным [3, 4, 9], компоненты, включенные в состав концентратов, по содержанию легко распадаемого в рубце белка распределяются следующим образом (%): люпин – 88,7; ячмень – 80 (70-86); пшеница – 71 (63-79); кукуруза – 37 (16-38); жмых подсолнечниковый – 80 (57-80).

В таблице 1 представлены варианты рационов (кормосмесей), которые были использованы в кормлении дойных коров за учетный период. По содержанию энергии все варианты комбикормов были практически одинаковыми. Комбикорм № 2, включающий 15% люпина, характеризовался более высоким уровнем содержания сырого, переваримого и распадаемого в рубце протеина – соответственно на 14,5; 12,4 и 17,5 г/кг, однако меньшей переваримостью сухого вещества invitro – на 11,2 %, по сравнению с переваримостью комбикорма № 1, в котором доля люпина была почти в 2 раза ниже. Очевидно, нативное

зерно люпина снижает переваримость всего комбикорма, что, вероятно, связано со значительным содержанием в нём клетчатки, которая предопределяет синтетическую активность микроорганизмов, населяющих преджелудки жвачных. Комбикорм № 2 с 15%-ным содержанием зерна люпина характеризуется более высоким уровнем содержания НДК (на 10,8 г/кг) и легкогидролизуемых углеводов (почти на 20 г/кг) по отношению к варианту № 1. Добавление жмыха подсолнечникового обеспечило в варианте комбикорма № 3 более высокий уровень сырого жира (на 10 г/кг сухого вещества), снижение доли распадаемого в рубце протеина на 2,8% и повышение переваримости сухого вещества на 1,2 %, по сравнению с вариантом № 2.

Таблица 1 – Состав и питательность комбикормов

Состав, %	Варианты комбикормов		
	№ 1	№ 2	№ 3
Ячмень	33	33,5	28,5
Пшеница	25	25	25
Кукуруза	33	25	29
Люпин	8	15	8
Жмых подсолнечниковый	–	–	8
Монокальцийфосфат	1,0	1,5	0,5
Мононатрийфосфат	–	–	1,0
Соль поваренная, г/гол./сут.	130	130	120
Минвит-6, г/гол./сут.	200	200	200
Содержание в комбикорме, в 1 кг сухого вещества			
ОЭ, МДж	12,17	12,07	12,2
Сухое вещество (СВ), г	902,7	904,3	908,0
Сырой протеин (СП), г	131,3	145,8	143,7
Переваримый протеин (ПП), г	100,4	112,8	111,6
Расщепляемый протеин (РП), г	88,7	106,2	100,7
РП, % от СП	67,6	72,8	70,0
Зола, г	21,0	22,8	24,4
Сырой жир (СЖ), г	34,2	35,2	45,3
Сырая клетчатка (СК), г	40,6	51,5	53,5
Нейтрально-детергентная клетчатка (НДК), г	169	179,8	178,2
Растворимые углеводы (сахар), г	54,8	74,1	66,6
Переваримость СВ in vitro, %	68,27	57,14	58,33

Остальные корма, используемые в рационах, по степени расщепляемости протеина распределились следующим образом (%): сено люцерновое – 54, силос кукурузный – 74, патока – 76, сенаж злаково-бобовый – 75,3. В итоге доля расщепляемой фракции протеина в кормовых смесях № 1, 2 и 3,которые были использованы в кормлении дойных коров за учетный период, составили 70; 72,9 и 68,5 %, соответственно (таблица 2).

Рацион № 2 (15% люпина в комбикорме) был более насыщен протеином, но содержал меньше энергии на 11 МДж, чем рацион № 1 (8% люпина). Рацион № 3 со жмыхом подсолнечниковым отличался наибольшей концентрацией переваримого протеина. Поскольку корма из люцерны характеризуются достаточно высокой концентрацией кальция, то введение кормовых фосфатов в качестве минеральных добавок осуществляли после расчета суточной нормы содержания кальция и фосфора в рационах с учетом разного количества потребляемых комбикормов.

Процессы ферментации в рубце определяются не только составом кормов, но и

степенью их измельчения. В результате разделения кормосмеси с помощью пенсильванского сита были получены следующие структурные категории корма: травяная мука и размолотое зерно; мелкие, тонкие частицы травянистого корма 0,5…2 см длиной; грубые части стеблей размером 1…3 см; грубые части стеблей размером 3…6 см, части початков, цельное зерно кукурузы; самые грубые части стеблей кормовых растений, части початков размером 6…15 см. Все кормовые части находились примерно в равном соотношении.

Анализ структуры остатков кормосмеси через 3 часа после раздачи показал, что наибольший процент по объему и весу составляли остатки 4 категории (40-50). Остатки 1, 2 и 3 категории вместе составляли 18-20 % от всего количества. Остатки 5 категории занимали по весу 19 % от всей массы. Через 6 часов после раздачи произошли следующие изменения: остатки 4 категории составляли наибольший процент, но цельное зерно уже было выбрано животными; количество остатков 2 категории стало наименьшим (около 6%), 1 и 3 категории снизилось незначительно, 5 категории уменьшилось до 12% по весу.

Таблица 2 – Рационы кормления коров

Корма, кг	Варианты рационов (комбикормов)			Рекомендованные нормы кормления для коров массой 600 кг и удоем 24-28 кг
	№ 1	№ 2	№ 3	
Сено люцерновое	5	4	5	
Сенаж злаково-бобовый	10	11	11	
Силос кукурузный	14	16	14	
Патока кормовая	1,5	1,5	1,5	
Комбикорм	8	7	7	
Основные показатели питательности, в натуральном веществе				
Обменная энергия, МДж	212	201	204	200-225
Сухое вещество (СВ), кг	22,17	21,53	21,81	20,5-22,1
Сырой протеин (СП), г	2880,5	2842,2	2915	2880-3290
Переваримый протеин (ПП), г	2005	1977,3	2034,4	1900-2205
Расщепляемый протеин (РП), г	2015,4	2073,1	1997,5	1790-2015
РП, % от СП	70,0	72,9	68,5	60-70
Сырой жир (СЖ), г	665,8	646,0	683	590-730
СЖ, % от СВ	3,0	3,0	3,1	3-6
Сырая клетчатка (СК), г	4071,2	4239,5	4127,1	4500
СК, % от СВ	18,4	19,2	18,9	18-23
НДК, % от СВ	39,0	39,8	39,9	30-40
Растворимые углеводы (сахар), г	1928	1918	1946,9	1800-2220
Кальций, г	142,5	139,0	140,7	126-142
Фосфор, г	91,4	93,6	97,3	90-102
Сахаропротеиновое отношение	0,96	0,97	0,95	0,94-1,00
ПП в 1 ЭКЕ, г	94,6	98,4	99,7	95-98

Результаты анализа рубцовой жидкости (таблица 3), показали, что у большинства коров pH содержимого рубца находилась в пределах нормы, характерной для высокопродуктивных коров при концентратном типе кормления (6,2...6,8), общее количество летучих жирных кислот было в границах нормальных значений (до 150 ммоль/л) [5]. Уровень общей кислотности также свидетельствовал о нормально протекающей ферментации в рубце (в норме 8...25 ммоль/л). Однако, по результатам экспресс тестов у коров в период двух-трех

недель после отела отмечена пониженная функциональная активность рубцовой микрофлоры. Возможно, это было связано с физиологическими особенностями пищеварения новотельных коров, которые не могут потреблять корм в достаточном количестве.

Таким образом, первые 3 часа после раздачи корма животные поедали преимущественно мелкие части листьев, стеблей, зерно, в которых содержалось наибольшее количество легкорастворимых углеводов. Этим можно объяснить низкое значение pH рубцовой среды, характерное для животных данного стада. В дальнейшем более активно шло поедание самых длинных и волокнистых частей корма, содержащих наибольшую часть трудно перевариваемой клетчатки.

Таблица 3 – Показатели рубцовой жидкости

Периоды лактации	Реакция среды рубца, pH	Общее количество ЛЖК, ммоль/л	Общая кислотность, ммоль/л	Активность микрофлоры		Содержание аммонийного азота, мг%
				Функциональная[1]	целлюлозолитическая[2]	
Рацион №1 (комбикорм: 8% люпина)						
3 недели	6,38	137,5	16,4	понижена	нормальная	10,7
8 недель	6,31	87,0	17,0	нормальная	нормальная	7,5
Рацион №2 (комбикорм: 15% люпина)						
3 недели	6,30	80,5	16,7	понижена	понижена	6,7
8 недель	6,40	86,0	15,8	нормальная	нормальная	7,2
Рацион №3 (комбикорм: 8% люпина + 8% жмыха подсолнечникового)						
2 недели	5,82	81,0	23,9	понижена	понижена	11,2
8 недель	6,22	119,5	17,3	нормальная	понижена	12,5

[1] – сбраживание глюкозы за 30 мин. и обесцвечивание раствора метиленового синего за 3 мин; [2] – переваривание хлопчатобумажной нити в течение 96 часов.

У коров, потреблявших кормосмесь № 2 (с 15%-ным содержанием нативного люпина) отмечена пониженная активность целлюлозолитических бактерий [10, 11] в рубце в период первых трех недель лактации. По данным некоторых источников [12, 13], при включении в рационы зерна люпина в количестве 14-19% от сухого вещества снижалась целлюлозолитическая активность микрофлоры рубца животных опытных групп в сравнении с контрольными особями, получавшими рацион с зерном гороха, или со жмыхом подсолнечниковым. В нашем опыте у коров, потреблявших рацион № 3 (со жмыхом подсолнечниковым) отмечено снижение целюллозолитической активности в рубце во все исследуемые периоды лактации. Возможно, более высокий уровень содержания быстродеградирующих углеводов в рационе вызвало смещение pH среды рубца в кислую сторону, что и затруднило переваривание клетчатки корма, тем более что ферментация растворимых сахаров может происходить и без непосредственного участия бактерий [11]. От концентрации и скорости образования аммиака – конечного продукта расщепления белковых и небелковых азотистых веществ корма – зависит и степень использования его микрофлорой. Чем медленнее освобождается аммиак корма, тем полнее он используется микроорганизмами. При избыточном содержании расщепляемого протеина в корме микроорганизмы рубца не успевают утилизировать аммиак, который поступает в кровь и печень, где превращается в мочевину и выделяется с мочой, не принося пользы животному. Содержание аммиака в рубце жвачных может находиться в пределах 3…80 мг %, наиболее

эффективной считается концентрация – 5…20 мг % [5, 14]. В целом уровень аммиака в рубцовой жидкости коров указывал на достаточную концентрацию доступной энергии и переваримого протеина во всех изучаемых вариантах рационов.

У коров, которым скармливали вариант комбикорма №1, концентрация аммиака в рубце первые 3 недели после отела была выше в 1,4 раза по отношению к животным, потреблявшим вариант №2 в тот же период лактации. Это, вероятно, связано с лучшим функционированием рубцовой микрофлоры при использовании в рационе комбикорма с меньшим содержанием натурального зерна люпина. При скармливании коровам рациона №3в рубце отмечена наиболее высокая концентрация аммонийного азота (11,2-12,5 мг).

Заключение. Анализ остатков кормосмеси, взятых через 3 и 6 часов после кормления показал, что в первую очередь животными поедаются самые мелкие компоненты, содержащие наибольшее количество легкорастворимых углеводов, а только затем длинные и волокнистые части корма. Следовательно, для лучшего усвоения корма новотельными коровами необходимо более тщательно осуществлять процесс подготовки кормовой смеси для них, чтобы уменьшить в ней долю самых крупных частиц (более 6 см). Корм должен быть оптимально измельчен и перемешан так, чтобы у коровы не было возможности выбирать ингредиенты, а поедать их полностью.

Скармливание коровам в период раздоя кормовых смесей, включающих комбикорма с содержанием натурального люпина в количестве 8 и 15%, не привело к нарушению рубцового пищеварения. Уровень содержания аммиака в рубцовой жидкости коров указывал на достаточную концентрацию доступной энергии и расщепляемого протеина во всех вариантах рационов. В период первых трех недель лактации у коров, потреблявших рацион с 15%-ным содержанием натурального люпина в комбикорме, снижалась активность целлюлозолитических бактерий.

Список литературы

1. Филиппова О.Б., Фролов А.И., Зазуля А.Н. Метаболический статус нетелей и первотелок при кормлении концентратами с использованием БВМК // Ветеринария. 2016. № 11. С. 49-55.

2. Протеиновое питание молочных коров: Рекомендации по нормированию / Б.Д. Кальницкий, А.М. Материкин, Л.А. Заболотнов, Е.Л. Харитонов, А.И. Фицев, И.К. Медведев. Боровск: ВНИИФБиП с.-х. животных, 1998.28 с.

3. Подобед, Л.И. Корма и кормление высокопродуктивного молочного скота: монография / Л.И. Подобед. Днепропетровск: ОООПКФ «Арт-Пресс», 2012. 416 с.

4. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие. 3-е издание переработанное и дополненное / Под ред. А.П. Калашникова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова. – Москва, 2003. 456 с.

5. Кондрахин И.П. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: справочник. М.: Колос, 2004. 520 с.

6. Погосян Д.Г., Чудайкин В.В. Распадаемость протеина в рубце бычков при физических способах обработки кормов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2011. № 6 (80). С. 64-67.

7. Технологические приемы приготовления и скармливания кормов при беспривязном содержании молочного скота на долгонесменяемой соломенной подстилке : (брошюра) / Л.Г. Гребень, Н.В. Василевский, Т.А. Елецкая, А.Е. Админ, Б.И. Шевчук. –Министерство

аграрной политики и продовольствия Украины, Национальная академия аграрных наук, Институт животноводства.– Харьков : [Б.и.], 2015. 38 с.

8. Зоотехнический анализ кормов / Е.А. Петухова, Р.Ф. Бесарабова, Л.Д. Халенева, О.А. Антонова. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Агромпромиздат, 1989. 239 с.

9. Харитонов Е.Л. Физиология и биохимия молочного скота. Боровск: Изд-во «Оптима Пресс», 2011. 372 с.

10. Demeyer D., Van Nevel C. Influence of substrate and microbial interaction on efficiency of rumen microbial growth // Reproduction Nutrition Développement. 1986. 26 (1 B). P. 161-179.

11. Грушкин А.Г., Шевелев Н.С. О морфофункциональных особенностях микробиоты рубца жвачных животных и роли целлюлозолитических бактерий в рубцовом пищеварении // Сельскохозяйственная биология. 2008. № 2. С. 12-19.

12. Рекомендации по практическому применению кормов из узколистного люпина в рационах сельскохозяйственных животных / А.И. Артюхов, Е.П. Ващекин, Е.А. Ефименко, Ф.Г. Кадыров, А.А. Менькова. – Брянск: ГНУ ВНИИ люпина, ФГОУ ВПО Брянская ГСХА, 2009. 80 с.

13. Зерно малоалкалоидного люпина в кормлении крупного рогатого скота / Е.П. Ващекин, А.А. Менькова, Е.В. Крапивина, Г.Н. Бобкова, П.В. Костюковский // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2010. № 1.– С. 3-11.

14. Горковенко Л.Г., Потехин С.А. Влияние люцерны и концкормов на ферментативные процессы в рубце коров // Электронный научный журнал КубГАУ. 2007. № 30 (6). URL:http://ej.kubagro.ru /2007/06/pdf/11.pdf

References

1. Filippova O.B., Frolov A.I., Zazulja A.N. Metabolicheskij status neteleji pervotelok pri kormlenii koncentratami s ispol'zovaniem BVMK // Veterinarija. 2016. № 11. S. 49-55.

2. Proteinovoe pitanie molochnyh korov: Rekomendacii po normirovaniju / B.D. Kal'nickij, A.M. Materikin, L.A. Zabolotnov, E.L. Haritonov, A.I. Ficev, I.K. Medvedev. Borovsk: VNIIFBiP s.-h. zhivotnyh, 1998. 28 s.

3. Podobed, L.I. Korma i kormlenie vysokoproduktivnogo molochnogo skota: monografija / L.I. Podobed. Dnepropetrovsk: OOOPKF «Art-Press», 2012. 416 s.

4. Normy i raciony kormlenija sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh: spravochnoe posobie. 3-e izdanie pererabotannoe i dopolnennoe / Pod red. A.P. Kalashnikova, V.I. Fisinina, V.V. Shheglova, N.I. Klejmenova. – Moskva, 2003.– 456 s.

5. Kondrahin I.P. Metody veterinarnoj klinicheskoj laboratornoj diagnostiki: spravochnik. M.: Kolos, 2004. 520 s.

6. Pogosjan D.G., Chudajkin V.V. Raspadaemost' proteina v rubce bychkov pri fizicheskih sposobah obrabotki kormov // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011. № 6 (80). S. 64-67.

7. Tehnologicheskie priemy prigotovlenija i skarmlivanija kormov pri besprivjaznom soderzhanii molochnogo skota na dolgonesmenjaemoj solomennoj podstilke : (broshjura) / L.G. Greben', N.V. Vasilevskij, T.A. Eleckaja, A.E. Admin, B.I. Shevchuk. – Ministerstvo agrarnoj politiki i prodovol'stvija Ukrainy, Nacionalnaja akademija agrarnyh nauk, Institut zhivotnovodstva. – Har'kov : [B.i.], 2015. 38 s.

8. Zootehnicheskij analiz kormov / E.A. Petuhova, R.F. Besarabova, L.D. Haleneva, O.A. Antonova. – 2-e izd., dop. ipererab. – M.: Agrompromizdat, 1989. 239 s.

9. Haritonov E.L. Fiziologija i biohimija molochnogo skota. Borovsk: Izd-vo «Optima Press», 2011. 372 s.

10. Demeyer D., Van Nevel C. Influence of substrate and microbial interaction on efficiency of rumen microbial growth // Reproduction Nutrition Développement. 1986. 26 (1 B). P. 161-179.

11. Grushkin A.G., Shevelev N.S. O morfofunkcional'nyh osobennostjah mikrobioty rubca zhvachnyh zhivotnyh i roli celljulozoliticheskih bakterij v rubcovom pishhevarenii // Sel'skohozjajstvennaja biologija. 2008. №2. S.12-19.

12. Rekomendacii po prakticheskomu primeneniju kormov iz uzkolistnogo ljupina v racionah sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh / A.I. Artjuhov, E.P. Vashhekin, E.A. Efimenko, F.G. Kadyrov, A.A. Men'kova. – Brjansk: GNU VNII ljupina, FGOU VPO Brjanskaja GSHA, 2009. 80 s.

13. Zerno maloalkaloidnogo ljupina v kormlenii krupnogo rogatogo skota / E.P. Vashhekin, A.A. Men'kova, E.V. Krapivina, G.N. Bobkova, P.V. Kostjukovskij // Vestnik Brjanskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii. 2010. № 1. S. 3-11.

14. Gorkovenko L.G., Potehin S.A. Vlijanie ljucerny i konckormov na fermentativnye processy v rubce korov // Jelektronnyj nauchnyj zhurnal KubGAU. 2007. № 30 (6). URL: http://ej.kubagro.ru /2007/06/pdf/11.pdf

УДК 619:636.2.034

КОРРЕКЦИЯ ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ КОРОВ В НАЧАЛЕ ЛАКТАЦИИ

Филиппова Ольга Борисовна,
кандидат биологических наук, заведующая лабораторией технологии производства молока и говядины, E-mail: filippova1968@mail.ru
Саранчина Екатерина Фёдоровна,
кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник,
E-mail: tniij@yandex.ru
Краснослободцева Ангелина Сафроновна,
кандидат биологических наук, старший научный сотрудник,
E-mail: tniij@yandex.ru

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов

Реферат. *Известно, что отел и последующий за ним период раздоя у коров сопровождаются значительным усилением физиологической нагрузки на организм. Показано, что низкий уровень потребления кормов в начале лактации вызывает острый дефицит витаминов и микроэлементов. Разработан рецепт премикса для активации метаболизма у новотельных коров. Опытный премикс включает ряд микроэлементов (Cu, Mn, Zn, Co, J, Se) в повышенных дозах и группу витаминов каталитического действия (B_3, B_4, B_7, B_{11}), а также жирорастворимые витамины (A, D_3, E). В эксперименте использованы две группы коров симментальской породы, одна из которых служила контролем. Опытный премикс скармливали в составе зерновой смеси в течение месяца. В рационе контрольной группы использован стандартный премикс, в составе которого отсутствует группа витаминов с каталитическим действием. Микроэлементы марганец, медь, цинк и кобальт в*

рецепте опытного премикса представлены в виде минеральных солей, а йод и селен – в форме органических соединений в виде соответствующих препаратов Йоддар и ДАФС-25. Наблюдение за физиологическим состоянием коров опытной группы показало, что обменные процессы протекали у них без нарушений не только в период скармливания премикса (30 дней), но и в течение всего учетного времени (90 дней). Стабильный уровень обмена веществ у опытных коров обеспечил повышение среднесуточного удоя на 3,1 кг по отношению к контролю. Прибыль от реализации дополнительно надоенного молока за 90 дней составила 186 рублей в расчете на одну корову.

Ключевые слова: *коровы, премикс, обмен веществ, молочная продуктивность.*

CORRECTION OF VITAMIN AND MINERAL NUTRITION OF COWS IN EARLY LACTATION

Filippova Olga,
Candidate of Biological Sciences, Head of the Laboratory of Technology of Production of Milk and Beef, E-mail: filippova1968@mail.ru
Saranchina Ekaterina,
Candidate of Biological Sciences, Leading Scientific Worker, E-mail: tniij@yandex.ru
Krasnoslobodtseva Angelina,
Candidate of Biological Sciences, Senior Scientific Worker, E-mail: tniij@yandex.ru

FSBSI All-Russian Scientific Research Institute of Use of Machinery and Oil Products in Agriculture, Tambov

Abstract. *It is known that calving and the subsequent period of barking in cows are accompanied by a significant increase in the physiological load on the body. It is shown that a low level of feed intake at the beginning of lactation causes an acute shortage of vitamins and microelements. Prescription premix for the activation of metabolism in novice cows is developed. Experienced premix includes a number of trace elements (Cu, Mn, Zn, Co, J, Se) in high doses and a group of catalytic action of vitamins (Niacin, Choline, Biotin, L-Carnitine) and fat-soluble vitamins (A, D_3, E). Two groups of Simmental cows, one of which served as control, were used in the experiment. Experienced premix was fed in the composition of the grain mixture during the month. Standard premix, which does not contain a group of vitamins with a catalytic effect, is used in the diet of the control group. Microelements of manganese, copper, zinc and cobalt in the prescription of the experimental premix are presented in the form of mineral salts, and iodine and selenium are in the form of organic compounds in the form of appropriate preparations of Yoddar and DAFS-25. Observation of the physiological state of the cows in the experimental group showed that metabolic processes occurred without disturbances, not only during the feeding of the premix (30 days), but also during the entire accounting time (90 days). Stable level of metabolism in experimental cows provided an increase in the average daily milk yield by 3.1 kg in relation to the control. The profit from the sale of extra milk was 186 rubles per cow per 90 days.*

Keywords: *cow, premix, metabolism, milk productivity.*

Введение. Продолжительность продуктивного использования коров является важным показателем при оценке экономической эффективности производства молока. Чем интенсивнее используется поголовье коров, тем меньше затрачивается материальных средств

на единицу продукции, тем более рентабельным становится производство молока. На продуктивное долголетие коров, наряду с комплексом генетических факторов, большое влияние оказывает воздействие внешней среды, а именно: условия кормления, содержания и эксплуатации животных. При скармливании большого количества жмыхов, шротов, увеличении количества силоса, уменьшении количества качественного сена, недостатке в рационе легкоусвояемых углеводов, кобальта, меди, цинка, йода в организме животных образуется избыток высших жирных кислот, которые не успевают перерабатываться и превращаются в кетоновые тела (ацетон, ацетоуксусная и бета-оксимасляная кислоты). В результате с началом активной лактации у коров развивается продукционное нарушение обмена веществ – кетоз, при котором осложняются болезни конечностей и репродуктивной системы. Низкий уровень потребления кормов коровами в послеотельный период приводит к острому дефициту витаминов и микроэлементов. Нарушения в организме, вызванные несбалансированным кормлением, ослабляют его защитную функцию – иммунитет. На фоне слабого иммунитета усиливается влияние других факторов, вызывающих маститы, инфекционные болезни, также приводящих к одной из основных причин выбраковки коров – низкой продуктивности [1 - 3].

Для коров с высоким генетическим потенциалом продуктивности большое практическое значение приобретает улучшение минерального питания за счет кормовых добавок, включающих микроэлементы и витамины, которые обычно используются в рационах в виде премиксов [4]. Особенно важно поддержать организм коровы первые недели после отела, в период усиления лактации, когда все органы и системы функционируют с напряжением, а основная часть питательных веществ, получаемых с кормом, расходуется на секрецию молока.

С целью профилактики развития метаболических нарушений у коров в период раздоя, связанных с условиями кормления (качество и состав кормов, резкая смена структуры рациона и другие факторы), в лаборатории технологии производства молока и говядины разработан специальный рецепт витаминно-минерального премикса.

Методы и объекты исследований. Научно-производственное испытание витаминно-минерального премикса проведено на коровах симментальской породы в условиях СХПК «Вирятинский» Сосновского района Тамбовской области по следующей схеме (таблица 1).

Таблица 1. – Схема опыта

Группа (n=12)	Условия проведения опыта
Контрольная	ХР сухостойного и лактационного периодов + премикс П-60-3
Опытная	ХР + премикс П-60-3 в сухостойный период, 40 суток ХР + опытный премикс в послеотельный период, 30 суток
ХР – хозяйственный рацион	

Отбор животных в группы был проведен по принципу аналогов, с соблюдением породы, возраста, одинаковых условий кормления, содержания и учета результатов [5]. В хозяйственном рационе использовался премикс П-60-3, рекомендованный для промышленного производства Министерством сельского хозяйства и продовольствия РФ. Премиксы скармливали коровам один раз или дважды (в утреннее и вечернее кормление) в количестве 100 г на голову в сутки в составе зерносмеси. Фактическое содержание комбикормов в рационе животных – 24,7% от сухого вещества (5,5 кг/гол./сутки).

Рационы включали кукурузный силос (20 кг), гороховый сенаж (8 кг), эспарцетовое сено (4,5 кг), зерносмесь (5,5 кг) и кормовую свеклу (15 кг) Анализ кормов и расчет

питательности и энергетической ценности рационов проводили по соответствующим методикам и рекомендациям [6, 7]. В учетный период осуществляли контроль физиологического состояния, продуктивности (количество молока) подопытных животных.

Результаты исследований. Перед составлением рецепта опытного премикса был проведен анализ причин выбытия коров из производственного цикла на основе статистических данных по движению скота в СХПК «Вирятинский» (таблица 2). Основные причины выбытия животных в хозяйстве связаны с низкой продуктивностью и различными заболеваниями, главным образом, гинекологическими, маститом и болезнями копыт. Самое большее количество животных в хозяйстве выбраковывается из-за низкой продуктивности – 29…68%. Второе место по числу выбракованных животных занимают гинекологические заболевания – 10…57% (яловость, кисты яичников, задержание последа, эндометрит). Третье место из числа причин выбраковки дойных коров занимает мастит – около 10%, в отдельных случаях до 18%. Это заболевание вымени часто протекает в скрытой (субклинической) форме, что также является причиной низкой продуктивности.

Таблица 2– Причины выбытия коров на ферме СХПК «Вирятинский»

Причины	Годы			
	2012	2013	2014	2015
Низкая продуктивность	19	22	10	16
Гинекологические болезни	2	22	3	31
Маститы	5	5	1	6
Болезни конечностей	2	-	-	2
Травмы, несчастные случаи	-	-	-	-
Инфекции (в т.ч. лейкоз)	-	-	-	-
Прочие причины	-	1	17	2
Итого голов	28	50	31	54
Средний возраст выбывших коров – 4,1 отёла				

При анализе химического состава и питательности рационов дойных коров обнаружено, что содержание в нем целого ряда микроэлементов – цинка, кобальта, меди, марганца и йода – не достигает необходимого по норме уровня от 11 до 59%. Содержание селена в кормах ниже необходимых значений на порядок. Некоторые элементы присутствуют в рационе в избыточном количестве (железо, магний, калий), что сокращает биодоступность других. Например, при избытке железа снижается всасывание марганца в пищеварительном тракте коров. Избыток калия затрудняет усвоение кобальта.

Некоторые микроэлементы являются катализаторами различных ферментативных реакций в организме животных, а также входят в состав самих ферментов, витаминов и других биологически активных веществ. В настоящее время известно больше 30 витаминов, большинство из них животные получают с кормом или с помощью симбиотической микрофлоры. Группа жирорастворимых витаминов – A, D_3, E – необходима животным для роста, воспроизводства и регуляции фосфорно-кальциевого обмена**.** Ретинол (A) обеспечивает рост и дифференциацию клеток; токоферол (E) является биологическим антиоксидантом и витамином воспроизводства; холекальциферол (D_3) регулирует усвоение и обмен кальция и фосфора, однако, практически отсутствует в натуральных кормах. Большое влияние на обмен жиров, белков и углеводов оказывают водорастворимые витамины группы B: тиамин (B_1), ниацин (B_3), холин (B_4), пантотеновая кислота (B_5), биотин (B_7), левокарнитин (B_{11}) и цианокобаламин (B_{12}). Перечисленные витамины обладают каталитическим действием на метаболические процессы в организме животных, принимая

участие во многих ферментных реакциях, регулирующих обмен веществ, способствуя транспорту и обмену жиров, что повышает их энергетическое использование и уменьшает ожирение печени. Витамин B_4 в организм животных поступает только с кормами, витамин B_{12} – синтезируется исключительно микроорганизмами пищеварительного тракта. Витамин B_{11} – единственный из всех витаминов этой группы синтезируется в почках и печени.

Рецепт опытного премикса представлен в таблице 3. В его состав, кроме трех жирорастворимых витаминов (А, $Д_3$, Е), были введены четыре витамина каталитического действия (B_3, B_4, B_7, B_{11}) и группа микроэлементов: марганец (предшественник витамина B_1); кобальт (предшественник витамина B_{12}); медь (является составной частью ферментов, участвует в транспорте аминокислот, биосинтезе гемоглобина, эластина, гормонов щитовидной железы, регуляции инсулина); цинк (компонент ферментов, влияющих на обмен углеводов, протеина, липидов и нуклеиновых кислот); йод (составная часть гормона тироксина, регулирующего уровень и ход обмена веществ); селен (антиоксидант, компонент более сотни ферментов). В опытном премиксе пересмотрено соотношение жирорастворимых витаминов и учтена совместимость некоторых витаминов и микроэлементов при одновременном приеме.

Таблица 3 – Рецепт опытного витаминно-минерального премикса

Компоненты	Препараты, использованные в опытном премиксе	Чистого вещества в 1 кг премикса	
		опытного	стандартного П-60-3
Марганец	Диоксид марганца	2,2 г	1,5 г
Медь	Медь сернокислая пятиводная	0,65 г	0,6 г
Цинк	Цинк сернокислый семиводный	3,5 г	3,0 г
Кобальт	Кобальт углекислый моногидрат	0,25 г	0,2 г
Йод	Йоддар	0,20 г	0,25 г
Селен	ДАФС-25	25 мг	20 мг
Железо	–	–	1,0 г
Ниацин (B_3)	Микровит Ниацин	100 г	–
Холин (B_4)	Холина хлорид	300 г	–
Биотин (B_7)	Микровит Биотин	200 мг	–
L-Карнитин (B_{11})	L-Карнитин	50 г	–
Ретинол (А)	Микровит А Супра 1000	500 тыс. МЕ	2500 тыс. МЕ
Холекальциферол ($Д_3$)	Микровит $Д_3$ Промикс 500	150 тыс. МЕ	250 тыс. МЕ
Токоферол (Е)	Микровит Е Промикс 50	1200 МЕ	1500 МЕ
Наполнитель – пшеничные отруби – до 1 кг			

Под действием марганца, меди, витаминов B_1, B_3 и Е витамин B_{12} становится неактивным. Медь также затрудняет усвоение витамина B_5. Устранить взаимно разрушающее воздействие витаминов можно использованием в премиксах их предшественников. Для улучшения синтеза тиамина вводят в рационы дополнительное количество марганца, для синтеза цианокобаламина –кобальт. Пантотеновая кислота в достаточном количестве содержится в кормах и вырабатывается микрофлорой рубца при условии нормального функционирования.

В рецепте опытного премикса микроэлементы марганец, медь, цинк и кобальт представлены в виде минеральных солей, а йод и селен – в форме органических соединений в виде препаратов Йоддар и ДАФС-25 соответственно, обладающих большей биологической доступностью и активностью по сравнению с неорганическими солями этих элементов [8].

Следует отметить, что в стандартной рецептуре премикса П-60-3 отсутствуют витамины группы В, а также в его состав входит несколько меньшее количество большинства

микроэлементов. В данном рецепте премикса присутствует железо, которого, однако, часто бывает в избытке в основных кормах, как, например, в нашем хозяйственном рационе.

Показатели молока и крови коров опытной группы свидетельствовали, что обменные процессы протекали у них без нарушений не только в период скармливания опытного премикса (30 дней), но и в течение всего учетного времени (90 дней). По данным таблицы 3 среднесуточный удой коров опытной группы за 3 месяца лактации был выше контрольного на 1,2…6,1 кг и составил в среднем 24,6 кг против 21,5, что на 14,4% больше.

Таблица 3 – Продуктивность коров за период раздоя, кг

Группа	Среднесуточный удой, кг		
	1 месяц	2 месяц	3 месяц
Контрольная	27,0 ± 3,3	18,5 ± 2,3	19,0 ± 1,0
Опытная	28,2 ± 1,5	24,6 ± 0,9*	21,0 ± 1,6
* $p \leq 0,05$			

Подсчет экономической эффективности использования премикса для новотельных коров показал (таблица 4), что прибыль от реализации дополнительно надоенного молока за 90 дней составила 186 рублей в расчете на одну корову.

Таблица 4 – Экономическая эффективность на 1 дойную корову за период опыта

Показатели	Группа	
	контрольная	опытная
Надоено молока за 90 суток, кг	1935	2214
Дополнительно надоено молока, кг	-	279
Себестоимость надоенного молока, руб.	29702,25	34817,25
Затраты на опытный премикс, руб.	-	832,35
Выручка от реализации молока, руб. (реализационная стоимость 19 руб./кг)	36765	42066
Прибыль от реализации молока, руб.	7062,75	7248,75
Прибыль от дополнительного молока, руб.	-	186

Таким образом, при использовании в кормлении коров опытного премикса в течение 4-5 недель после отела можно получить прибыль от реализации молока, дополнительно надоенного в период скармливания и в последующие два месяца, составляющую не менее 18-ти тысяч рублей в пересчете на стадо из 100 голов.

Выводы. Выбор состава витаминов и микроэлементов в предлагаемом витаминно-минеральном премиксе обусловлен особенностями их участия в обмене веществ у животных и совместимостью указанных компонентов при их одновременном приеме. Данный комплекс биологически активных веществ способствует улучшению состояния здоровья дойных коров и повышению их продуктивности в начальный период лактации на 14,4% по сравнению с животными, потреблявшими стандартный премикс. Дополнительные затраты на премикс окупаются прибылью от реализации надоенного молока.

Список литературы

1. Филиппова О.Б., Фролов А.И., Зазуля А.Н. Метаболический статус нетелей и первотелок при кормлении концентратами с использованием БВМК //Ветеринария. 2016. № 11. С. 49–53.

2. Филиппова О.Б., Кийко Е.И. Условия кормления коров и причины их преждевременного выбытия из производственного цикла // Главный зоотехник. 2016. № 5. С. 19–26.

3. Белково-витаминно-микроэлементные концентраты «Галега-экс» повышают продуктивность новотельных коров / Г.В. Булгакова, А.И. Фролов, О.Б. Филиппова, В.Ю. Лобков // Вестник АПК Верхневолжья. 2014. № 3. С.31–38.

4. Кургузкин В.Н., Филиппова О.Б., Саранчина Е.Ф. О некоторых факторах, продлевающих продуктивное использование коров // Наука в центральной России. 2015. № 4 (16). С. 41-48.

5. Викторов, П.И., Менькин В.К. Методика и организация зоотехнических опытов: методическое пособие. – М.: Агропромиздат, 1991. 112 с.

6. Методические указания по оценке качества и питательности кормов. ЦИНАО. – М. 1993. С. 29–35.

7. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие. 3-е издание переработанное и дополненное / Под ред. А.П. Калашникова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова. – Москва, 2003. 456 с.

8. Краснослободцева А.С. Апробация системы кормления высокопродуктивных коров с использованием селен- и йодсодержащих препаратов органической формы // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2010. Вып. 1. Т. 15. С. 135–137.

References

1. Filippova O.B., Frolov A.I., Zazulja A.N. Metabolicheskij status netelej i pervotelok pri kormlenii koncentratami s ispol'zovaniem BVMK // Veterinarija. 2016. № 11. S. 49–53.

2. Filippova O.B., Kijko E.I. Uslovija kormlenija korov i prichiny ih prezhdevremennogo vybytija iz proizvodstvennogo cikla // Glavnyj zootehnik. 2016. № 5. S. 19–26.

3. Belkovo-vitaminno-mikrojelementnye koncentraty «Galega-jeks» povyshajut produktivnost' novotel'nyh korov / G.V. Bulgakova, A.I. Frolov, O.B. Filippova, V.Ju. Lobkov // Vestnik APK Verhnevolzh'ja. 2014. № 3. S.31–38.

4. Kurguzkin V.N., Filippova O.B., Saranchina E.F. O nekotoryh faktorah, prodlevajushhih produktivnoe ispol'zovanie korov // Nauka v central'noj Rossii. 2015. № 4 (16). S. 41-48.

5. Viktorov, P.I., Men'kin V.K. Metodika i organizacija zootehnicheskih opytov: metodicheskoe posobie. – M.: Agropromizdat, 1991. 112 s.

6. Metodicheskie ukazanija po ocenke kachestva i pitatel'nosti kormov. CINAO. – M. 1993. S. 29–35.

7. Normy i raciony kormlenija sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh: spravochnoe posobie. 3-e izdanie pererabotannoe i dopolnennoe / Pod red. A.P. Kalashnikova, V.I. Fisinina, V.V. Shheglova, N.I. Klejmenova. – Moskva, 2003. 456 s.

8. Krasnoslobodceva A.S. Aprobacija sistemy kormlenija vysokoproduktivnyh korov s ispol'zovaniem selen- i jodsoderzhashhih preparatov organicheskoj formy // Vestnik Tambovskogo universiteta. Serija: Estestvennye i tehnicheskie nauki. 2010. Vyp. 1. T. 15. S. 135–137.

УДК 631.352.99

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНО-КИНЕМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАШИНЫ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ЛИСТОСТЕБЕЛЬНОЙ МАССЫ НА ПОСЕВАХ ЛУКА

Фролов Дмитрий Иванович,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Пищевые производства»,
e-mail: surr@bk.ru

Курочкин Анатолий Алексеевич,
доктор технических наук, профессор кафедры «Пищевые производства»,
e-mail: anatolii_kuro@mail.ru
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет», Пенза,

Реферат. *Ранее разработана конструкция и изготовлен макетный образец машины для удаления листостебельной массы перед уборкой лука. С целью проверки полученных ранее значений конструктивно-кинематических характеристик машины для удаления листостебельной массы лука реализованы экспериментальные исследования в полевых условиях. Дана оценка степени влияния частоты вращения и угла наклона ножей машины на полноту удаления листостебельной массы растений. Эксперимент выполнен на полях ООО «Агрокомплект» Пензенской области при уборке лука сорта «Бессоновский местный». Математическую обработку опытов проводили методами дисперсионного и корреляционного анализа с помощью программ Statistica и Microsoft Excel. Из полученных зависимостей следует, что угол установки ножей и частота вращения рабочих органов машины оказывают значительное влияние на полноту удаления листостебельной массы растений. Экспериментально подтверждено, что оптимальный угол наклона ножей машины для удаления листостебельной массы растений находится в интервале от 50 до 58 градусов.* Для *частоты вращения рабочих органов машины оптимум находится в области, ограниченной численными значениями данного параметра от 1500 до 2200 мин$^{-1}$. При этом выявленная закономерность проявляется с большей устойчивостью на посевах лука-севка. Таким образом, полевые исследования машины по удалению листостебельной массы растений на посевах лука подтвердили результаты теоретических исследований и позволили уточнить ее конструктивно-кинематические характеристик. При этом показатель полноты удаления листостебельной массы (95...98,2%), полученный в ходе полевых работ, полностью соответствует требованиям, предъявляемым к уборочным машинам.*

Ключевые слова: *лук, листостебельная масса растений, ботвоудаляющая машина.*

OPTIMIZATION OF STRUCTURAL AND KINEMATIC CHARACTERIS MACHINES TO REMOVE THE LEAF-STEM MASS FOR SOWING ONION

Frolov Dmitry,
Cand. Sci. (Tech.), Assoc. Prof. of the Department "Food production", E-mail: surr@bk.ru
Kurochkin Anatoly,
Dr. Sci. (Tech.), Prof. of chair "Food production",
Penza State Technological University, Penza,
e-mail: anatolii_kuro@mail.ru
Penza State Technological University, Penza

Abstract. *The design is developed and model machine for removing the mass of leaves and stems before harvesting the onion is made. Experimental studies in the field were carried out to check the previously obtained values of the constructive-kinematic characteristics of the machine for removing the leaf-weed mass of onions. The evaluation of the degree of influence of the rotational speed and the angle of inclination of the machine knives on the completeness of removal of the leaf-weed mass of plants is given. The experiment was carried out on the fields of OOO*

"Agrokomplekt" of the Penza region when harvesting onion "Bessonovskii mestnyi". Mathematical processing of the experiments was carried out using dispersion and correlation analysis methods using Statistica and Microsoft Excel programs. From the obtained dependences it follows that the angle of installation of the knives and the rotational speed of the working parts of the machine have a significant effect on the completeness of removal of the leaf-weed mass of plants. It has been experimentally confirmed that the optimal angle of inclination of the knives of the machine for removing the leaf-weed mass of plants is in the range from 50 to 58 degrees. For the speed of the working bodies of the machine, the optimum is in the region limited by numerical values of this parameter from 1500 to 2200 min-1. In this case, the revealed regularity manifests itself with greater stability in the onion-sowing crops. Thus, field studies of the machine to remove the leaf-weed mass of plants on the onions confirmed the results of theoretical studies and made it possible to clarify its constructive-kinematic characteristics. At the same time, the exponent of removal of leaf-weights (95 ... 98.2%) obtained during the field works fully corresponds to the requirements for harvesting machines.

Keywords: *onion, leaf-stalk weight of plants, bottom-removing machine.*

Введение. Качество работы машин теребильного типа в немалой степени зависит от готовности поля к проведению уборки. При этом, как показывает опыт применения таких машин, засоренность полей в ряде случаев может достигать 60…70 %, а высота сорных растений при этом доходит до 50 см. Объясняется это тем, что продолжительность периода между последней обработкой посевов гербицидами и началом уборки может достигать две-три недели, что активизирует рост сорных растений [1-4].

В процессе работы машины такого типа, если поле предварительно не было подготовлено, происходит забивание вращающихся элементов теребильного аппарата и, как следствие этого – снижение производительности машины, увеличение количества остановок для очистки, а в ряде случаев и ее поломка. В связи с этим существует технологическая потребность в удалении сорной растительности перед уборкой [5, 6].

Для решения указанной проблемы была разработана конструкция и изготовлен макетный образец ботвоудаляющей машины (рисунок 1) для удаления листостебельной массы перед уборкой лука [7].

Рисунок 1 – Ботвоудаляющая машина

На первом этапе исследований разработанной машины был выполнен теоретический анализ процесса движения воздуха внутри кожуха ботвоудаляющего под действием рабочего органа и дана оценка влияния угла установки ножей на скоростные характеристики воздушного потока. Реализация этого этапа исследований позволила получить оптимальные конструктивные (ширина ножа – 120 мм; длина ножа – 250 мм; угол установки ножей – 45 градусов; расстояние от поверхности поля до кожуха – 100 мм; диаметр кожуха – 280 мм; ширина ботвоотводящего окна – 90 мм) и кинематические (угловая скорость вращения

ножей 178 рад/с) параметры ботвоудаляющего рабочего органа машины с оптимизацией воздушного потока внутри ее кожуха [8-10].

Проверка полученных значений конструктивных и кинематических параметров ботвоудаляющей машины в полевых условиях связана с проведением второго этапа исследований, по результатам которого можно было бы сделать окончательный вывод о степени влияния этих характеристик машины на качество удаления листостебельной массы без повреждения лука.

Целью исследований является определение степени влияния частоты вращения и угла наклона ножей на полноту удаления листостебельной массы растений.

Материалы и методы. Исследования машины для удаления листостебельной массы растений были проведены на полях ООО «Агрокомплект» на уборке лука сорта «Бессоновский местный».

Функциональные показатели машины исследовались согласно СТО АИСТ 8.2–2010 «Испытания сельскохозяйственной техники. Косилки и косилки-плющилки. Методы оценки функциональных показателей», СТО АИСТ 8.21–2010 «Испытания сельскохозяйственной техники. Машины для уборки ботвы корнеплодов. Методы оценки функциональных показателей».

Характеристики участка и культуры при агротехнической оценке машины для уборки лука: рельеф – ровный; микрорельеф – гребнистый; влажность почвы – 25 %; твердость почвы – 0,94 МПа (при h=10 см); засоренность почвы сорняками – от 22 до 26 шт./м^2; сорт – лук «Бессоновский местный»; высота сорняков – от 3 до 49 см; схема посева – 50+20; способ посева – двухстрочный; ширина междурядий – 50 см; ширина полосы – 90 см; отклонение растений от оси ряда – (+/–) 5,2 см; количество луковиц (репка/севок) – от 47 до 108 шт./м^2 / от 122 до 314 шт./м^2; полеглость ботвы лука (репка/севок) – от 70 до 80 % / от 15 до 20 %.

Математическую обработку опытов проводили методами дисперсионного и корреляционного анализа с помощью программ Statistica и Microsoft Excel.

Расчет полноты удаления листостебельной массы растений на посевах лука выполняли по следующей схеме. Подсчитывали количество луковиц без ботвы и срезанных сорных растений после удаления листостебельной массы растений на участке, а затем находили полноту удаления листостебельной массы растений на посевах лука по формуле:

$$\nu = \frac{q_1 + q_2}{q} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где ν – полнота удаления листостебельной массы растений, %; q_1 – количество луковиц без ботвы, шт.; q_2 – количество срезанных сорных растений, шт.; q – общее количество луковиц и сорных растений на участке, шт.

Для обеспечения разных углов установки ножей на рабочих органах, были применены запасные фланцы с ножами, закрепленными под углами 30, 45 и 60 градусов относительно горизонтальной плоскости.

Частота вращения рабочих органов машины изменялась за счет установки шкивов ременной передачи с различными диаметрами.

Высота установки рабочих органов ботвоуборочной машины относительно поверхности поля регулировалась винтовым механизмом в диапазоне от 15 до 20 см для лука-севка и от 2 до 4 см для лука-репки.

Скорость ботвоудаляющей машины задавали в интервале от 0,7 до 0,9 м/с с помощью трансмиссии трактора.

Результаты и обсуждение. Задача определения степени влияния частоты вращения и угла наклона ножей на полноту удаления листостебельной массы растений решалась путем планирования однофакторного эксперимента и обработки его результатов с применением статистических методов дисперсионного анализа.

При обработке экспериментальных данных в программе Statistica получили регрессионные уравнения зависимости критерия оптимизации от исследуемых факторов. Корреляционная связь между величиной показателя полноты удаления листостебельной массы растений ν, % ($\nu_a(\beta)$ – на посевах лука-репки, $\nu_b(\beta)$ – на посевах лука-севка) и углом установки ножей (β, град.) выражается уравнением параболической функции:

$$\nu_a(\beta) = -44{,}6 + 5{,}2429\beta - 0{,}0486\beta^2; \quad (2)$$

Коэффициент корреляции R=0,99, Fр=405>Fт=19 (при доверительной вероятности 95%)

$$\nu_b(\beta) = 52{,}3 + 1{,}678\beta - 0{,}0157\beta^2, \quad (3)$$

Коэффициент корреляции R =0,99, Fр=195>Fт=19 (при доверительной вероятности 95%)

Проверку нуль-гипотезы об однородности выборочных дисперсий осуществляли с помощью критерия Фишера. Влияние фактора ν на изучаемый процесс существенно, так как выполнено условие Fр>Fт (расчетное значение критерия Фишера больше его теоретического значения).

После обработки опытных данных и получения на их основе уравнений регрессии, были построены графические зависимости величины полноты удаления листостебельной массы растений ν, % (на посевах лука-репки и лука-севка) от угла установки ножей (рисунок 2).

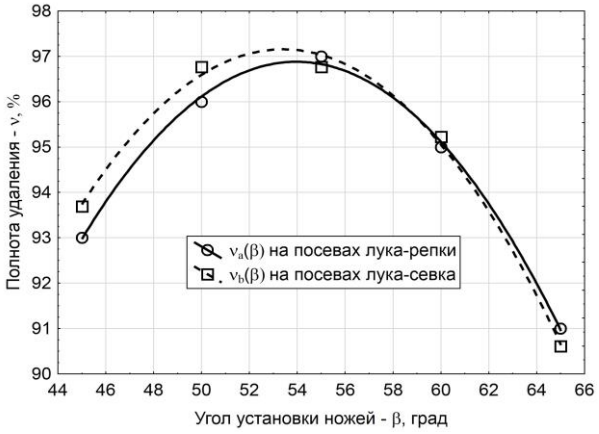


Рисунок 2 – Графическая зависимость полноты удаления листостебельной массы растений ν ($\nu_a(\beta)$ – на посевах лука-репки, $\nu_b(\beta)$ – на посевах лука-севка) от угла установки ножей β

Анализ полученных уравнений показывает, что угол установки ножей β оказывает значительное влияние на полноту удаления листостебельной массы растений. Из графика зависимости следует, что для угла наклона ножей β зона оптимальных значений расположена в интервале от 50 до 58 градусов.

При значении этого угла меньше 50 градусов, большая часть срезанной и измельченной листостебельной массы растений будет отводиться не в междурядье (как требуется по технологическим соображениям), а разбрасываться по полосе. Установка ножей с наклоном выше 58 градусов не позволит этим рабочим органам обеспечить разрежение потока воздуха, необходимое для поднятия не срезанной листостебельной массы растений, что в результате уменьшит полноту удаления листостебельной массы растений.

Полученные регрессионные уравнения на основе опытных данных полевого эксперимента позволили выявить корреляционную связь между показателем полноты удаления листостебельной массы растений ν, % ($\nu_a(n)$ – на посевах лука-репки, $\nu_b(n)$ – на посевах лука-севка) и частотой вращения рабочих органов (n, мин$^{-1}$), которая выражается уравнением параболической функции:

$$\nu_a(n) = 72{,}82 + 0{,}0246n - 6 \cdot 10^{-6} n^2 \quad (4)$$

Для этого уравнения коэффициент корреляции R=0,99, Fр=184,5>Fт=18,5 (при доверительной вероятности 95%)

$$\nu_b(n) = 80{,}885 + 0{,}0157n - 3{,}5 \cdot 10^{-6} n^2, \quad (5)$$

Данная зависимость характеризуется коэффициентом корреляции R =0,99 и критерием Фишера Fр=65,4>Fт=18,5 (при доверительной вероятности 95%)

В приведенных уравнениях при проверке нуль-гипотезы об однородности выборочных дисперсий по критерию Фишера влияние исследуемого фактора n на изучаемый процесс признано существенным, так как выполнено условие Fр>Fт (расчетное значение критерия Фишера больше теоретического).

Графически зависимость полноты удаления листостебельной массы растений ν, % от частоты вращения рабочих органов (n) показана на графике (рисунок 3).

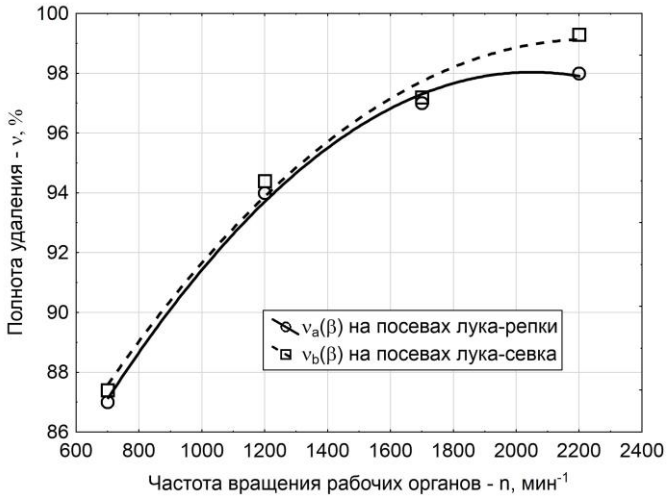


Рисунок 3 – График зависимости полноты удаления листостебельной массы растений ν ($\nu_a(n)$ – на посевах лука–репки, $\nu_b(n)$ – на посевах лука–севка) от частоты вращения рабочих органов n

Исходя из анализа приведенного графика, можно сделать вывод о том, что оптимальная частота вращения рабочих органов ботвоуборочной машины находится в интервале от 1500 до 2200 мин$^{-1}$. Уменьшение частоты вращения рабочих органов машины ниже 1200 мин$^{-1}$ приведет к значительному уменьшению полноты удаления листостебельной массы растений за счет роста участков с не удалённой листостебельной массой растений. Частота вращения ножей свыше 2200 мин$^{-1}$ позволит увеличить полноту удаления листостебельной массы растений, однако будет способствовать повышенному износу вращающихся элементов рабочих органов машины.

Таким образом, экспериментальные данные полевых исследований позволили подтвердить ранее полученные теоретическим путем оптимальные конструктивно-кинематические параметры ботвоуборочной машины. При этом на графиках видно, что на полноту удаления листостебельной массы растений значительное влияние оказывают угол установки ножей и частота их вращения, особенно в большей степени это наблюдается на

посевах лука-севка, что объясняется небольшой массой надземной части растений лука-севка по сравнению с луком-репкой.

Заключение. В результате проведенных исследований определена возможность оптимизации конструктивно-кинематических характеристик машины для удаления листостебельной массы растений на посевах лука. Полевые исследования машины по удалению листостебельной массы подтвердили результаты теоретических исследований. На полноту удаления листостебельной массы растений значительное влияние оказывают угол установки ножей (оптимальные значения 50…58 градусов) и частота их вращения (оптимальные значения в интервале 1500…2200 мин$^{-1}$). При этом выявленная закономерность проявляется с большей устойчивостью на посевах лука-севка. Показатель полноты удаления листостебельной массы (95...98,2%), полученный в ходе полевых работ полностью соответствует требованиям, предъявляемым к уборочным машинам.

Список литературы

1. Ларюшин А.М., Ларюшин Н.П., Фролов Д.И. Совершенствование технологии уборки лука // Труды международного форума по проблемам науки, техники и образования. М.: Академия наук о Земле, 2007. С. 17–18.

2. Ларюшин Н.П., Ларюшин А.М., Фролов Д.И. Уборка без задержек // Сельский механизатор. 2007. № 7. С. 48–49.

3. Фролов Д.И. Разработка обрезчика ботвы лука и сорных растений с обоснованием конструктивных и режимных параметров : автореф. дис. …канд. техн. наук: 05.20.01. Пенза: ПГСХА, 2008. 18 с.

4. Фролов Д.И. Разработка обрезчика ботвы лука и сорных растений с обоснованием конструктивных и режимных параметров : дис. …канд. техн. наук: 05.20.01. Пенза: ПГСХА, 2008. 153 с.

5. Ларюшин Н.П., Ларюшин А.М., Фролов Д.И. Обоснование конструктивно-режимных параметров ботвоудаляющего устройства при лабораторных исследованиях // Нива Поволжья. 2008. № 2 (7). С. 46–51.

6. Ларюшин Н.П., Ларюшин А.М., Фролов Д.И. Оптимальные параметры ботвоудаляющего рабочего органа обрезчика листостебельной массы // Тракторы и сельхозмашины. 2010. № 2. С. 15–17.

7. Ботвоудаляющая машина : пат. 2339208 Российская Федерация : МПК A 01 D 23/02 / Н.П. Ларюшин, С.А. Сущёв, Д.И. Фролов, А.М. Ларюшин ; 2007109990/12 ; заявл. 19.3.2007 ; опубл. 27.11.2008, Бюл. №33. 8 с.

8. Анализ процесса движения воздуха внутри кожуха ботвоудаляющего рабочего органа с обоснованием оптимального угла наклона ножей / Д.И. Фролов, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.Е. Каширин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2015. № 4 (28). С. 67–72.

9. Моделирование работы ботвоудаляющей машины с анализом потоков воздуха внутри ее кожуха / Д.И. Фролов, А.А. Курочкин, О.Н. Кухарев, Н.П. Ларюшин // Нива Поволжья. 2016. № 3 (40). С. 105–111.

10. Фролов Д.И. Анализ работы ботвоудаляющего рабочего органа с оптимизацией воздушного потока внутри кожуха // Инновационная техника и технология. 2014. № 4 (01). С. 30–35.

References

1. Laryushin A.M., Laryushin N.P., Frolov D.I. Sovershenstvovanie tekhnologii uborki luka // Trudy mezhdunarodnogo foruma po problemam nauki, tekhniki i obrazovaniya. M.: Akademiya nauk o Zemle, 2007. S. 17–18.

2. Laryushin N.P., Laryushin A.M., Frolov D.I. Uborka bez zaderzhek // Sel'skii mekhanizator. 2007. № 7. S. 48–49.

3. Frolov D.I. Razrabotka obrezchika botvy luka i sornykh rastenii s obosnovaniem konstruktivnykh i rezhimnykh parametrov : avtoref. dis. …kand. tekhn. nauk: 05.20.01. Penza: PGSKhA, 2008. 18 s.

4. Frolov D.I. Razrabotka obrezchika botvy luka i sornykh rastenii s obosnovaniem konstruktivnykh i rezhimnykh parametrov : dis. …kand. tekhn. nauk: 05.20.01. Penza: PGSKhA, 2008. 153 s.

5. Laryushin N.P., Laryushin A.M., Frolov D.I. Obosnovanie konstruktivno-rezhimnykh parametrov botvoudalyayushchego ustroistva pri laboratornykh issledovaniyakh // Niva Povolzh'ya. 2008. № 2 (7). S. 46–51.

6. Laryushin N.P., Laryushin A.M., Frolov D.I. Optimal'nye para-metry botvoudalyayushchego rabochego organa obrezchika listostebel'noi massy // Traktory i sel'khozmashiny. 2010. № 2. S. 15–17.

7. Botvoudalyayushchaya mashina: pat. 2339208 Rossiiskaya Federatsiya : MPK A 01 D 23/02 / N.P. Laryushin, S.A. Sushchev, D.I. Frolov, A.M. Laryushin ; 2007109990/12 ; zayavl. 19.3.2007 ; opubl. 27.11.2008, Byul. №33. 8 s.

8. Analiz protsessa dvizheniya vozdukha vnutri kozhukha botvoudalyayushchego rabochego organa s obosnovaniem optimal'nogo ugla naklona nozhei / D.I. Frolov, A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.E. Kashirin // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. 2015. № 4 (28). S. 67–72.

9. Modelirovanie raboty botvoudalyayushchei mashiny s analizom poto-kov vozdukha vnutri ee kozhukha / D.I. Frolov, A.A. Kurochkin, O.N. Kukharev, N.P. Laryushin // Niva Povolzh'ya. 2016. № 3 (40). S. 105–111.

10. Frolov D.I. Analiz raboty botvoudalyayushchego rabochego organa s optimizatsiei vozdushnogo potoka vnutri kozhukha // Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya. 2014. № 4 (01). S. 30–35.

УДК 631.017.3:621.181

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ТЕРМОИЗОЛЯЦИИ БУНКЕРА ДЛЯ ТЕМПЕРИРОВАНИЯ СОИ

Шувалов Анатолий Михайлович,
доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией, E-mail: vniiti@mail.ru
Машков Алексей Николаевич,
кандидат технических наук, старший научный сотрудник, E-mail: vniiti@mail.ru
ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов

Реферат. *Известно, что соя является наиболее перспективным заменителем животного белка, в ее зерне сои содержится 30-45% протеина, до 20% жира. Классические*

методы снижения антипитательных веществ в сое основаны на высокотемпературной обработке соевых бобов, предварительно прошедших стадию увлажнения. Ранее разработана установка для комбинированного нагрева сои, в которой подача теплоты к сое происходит сверку инфракрасными излучателями и снизу – от нагревательной поверхности транспортирующего устройства. Установлено, что о*дним из главных этапов термической обработки сои для удаления антипитательных веществ является ее темперирование (выдержка нагретого зерна сои до допустимой температуры в течение заданного времени в выдержка (отстой) нагретого в высокотемпературной рабочей камере зерна сои до допустимой температуры в течение заданного времени в специальном теплоизолированном бункере (температоре). Аргументирована потребность в максимально возможном снижении температуры нагрева зерна сои в рабочей камере, и в недопущении при этом снижения температуры в температоре до предельно допустимых значений. Проведены расчеты термоизоляции кожуха температора. В результате опытов было доказано, что температура в температоре должна быть не ниже 90 °С. Экспериментальные исследования, проведенные на действующем образце температора, показали, что средняя температура на поверхности кожуха составляла 27 °С (±2) при температуре окружающего воздуха 25 °С. Показано, что при известных габаритах температора (поверхности теплоотдачи), коэффициента теплоотдачи от нагретой сои к стенке температора, коэффициента теплоотдачи от наружной стенки кожуха, коэффициента теплопроводности термоизоляции можно проводить теплотехнические расчеты и определить толщину термоизоляции для различных габаритов и конструктивного исполнения температора.*

Ключевые слова: *соя, термоизоляция, бункер, термическая обработка.*

FEATURES OF CALCULATION OF HEAT INSULATION OF THE BUNKER FOR SOY TEMPERING

Shuvalov Anatoliy,
Full Doctor of Technical Sciences, professor, laboratory chief, E-mail: vniiti@mail.ru
Mashkov Alexey,
Ph.D. (Technical), Senior Researcher, E-mail: vniiti@mail.ru
FSBSI All-Russian Scientific Research Institute of Use of Machinery and Oil Products in Agriculture, Tambov

Abstract. *It is known that soy is the most promising substitute for animal protein, its soybean grain contains 30-45% protein, up to 20% fat. Classical methods of reducing anti-nutrients in soybeans are based on high-temperature processing of soybeans, previously passed the moistening stage. The unit was developed earlier for combined heating of soya, in which the heat supply to the soybean is reconciled by infrared radiators and from below - from the heating surface of the transporting device. It has been established that one of the main stages of soybean heat treatment for the removal of anti-nutrients is its tempering (holding the heated soybean grain to an allowable temperature for a predetermined time in holding the soybean grain heated in a high-temperature working chamber to an allowable temperature for a given time in a special thermally insulated bunker (temperator). The need for the maximum possible reduction in the heating temperature of the soybean grain in the working chamber, and in the prevention of a decrease in the temperature in the temperature up to the maximum permissible values is argued. Calculations of thermal insulation of the temperator were carried out. As a result of the experiments, it was proved that the temperature in the temperature should not be lower than 90 ° C. Experimental studies carried out*

on an active sample of the temperator showed that the average temperature on the surface of the casing was 27 ° C (± 2) at an ambient temperature of 25 ° C. It is shown that with the known dimensions of the temperator (the heat transfer surface), the heat transfer coefficient from the heated soybean to the wall of the temperator, the heat transfer coefficient from the outer wall of the casing, the thermal conductivity of the thermal insulation, it is possible to conduct thermal engineering calculations and determine the thermal insulation thickness for various dimensions and design of the temperator.

Keywords: *soy, heat insulation, bunker, heat treatment.*

Введение. Для увеличения эффективности тепловой обработки сои в ВНИИТиН разработана установка для комбинированного нагрева сои [1, 3, 4], в которой теплота к сое подается сверху инфракрасными излучателями и снизу – от нагревательной поверхности транспортирующего устройства. Комбинированный нагрев позволяет сократить время нагрева до заданной температуры, прогревать зерно по всему объему, экономить электроэнергию, повышать производительность установки [2].

Одним из главных этапов термической обработки сои для удаления антипитательных веществ является ее темперирование в специальном теплоизолированном бункере (температоре). Процесс темперирования – выдержка (отстой) нагретого в высокотемпературной рабочей камере зерна сои до допустимой температуры в течение заданного времени ($\tau_{зад}$).

Процесс перемещения сои от рабочей камеры и выдержка в температоре сопровождаются потерями тепловой энергии. И если потери эти велики, то температура в температоре снизится ниже заданной, что не позволит удалить из сои антипитательные вещества до нормируемых значений. Чтобы этого не допустить потребуется повысить температуру нагрева зерна сои в рабочей камере. Повышение температуры нагрева сои крайне нежелательно по двум причинам: 1 - повысится расход электроэнергии; 2 - снизится качество термически обработанной сои, так как высокая температура негативно действует на содержание в сои витаминов, микроэлементов, сырого и перевариваемого протеина. В результате возникает потребность в максимально возможном снижении температуры нагрева ($t_н$) зерна сои в рабочей камере, и в недопущении при этом снижения температуры в температоре до предельно допустимых значений. Следовательно необходимо проводить расчеты термоизоляции кожуха температора с учетом этих условий.

Результаты и обсуждение. В целом температура обработки сои складывается из трех составляющих

$$t_{рк} = \Delta t_в + \Delta t_т + t_{пд},$$

где $t_{рк}$ – температура нагрева сои в рабочей камере, °С; $\Delta t_в$ – снижение температуры в процессе высыпания сои в температор с удалением теплоты с паровоздушной смесью, °С; $\Delta t_т$ – снижение температуры в температоре за счет потерь теплоты через кожух температора, °С; $t_{пд}$ – предельно допустимая конечная температура сои в температоре, °С.

В результате опытов было доказано, что температура в температоре должна быть не ниже $t_{пд}$=90 °С. При более низких температурах уровень уреазы оказывается выше нормы. Таким образом суммарное снижение температуры равно:

$$\Delta t_в + \Delta t_т = t_{рк} - t_{пд}$$

Это условие накладывает жесткие требования на конструктивное исполнение температора (теплопотерь с инфильтрацией паровоздушной смеси) и на уровень его

термоизоляции.

Экспериментальными исследованиями определена величина допустимого снижения температуры в температоре.

$$\Delta t_{т} = t_{тн} - t_{тк},$$

где $t_{тн}$ – начальная температура сои в температоре, °С; $t_{тк}$ – конечная температура сои в температоре, °С.

Тогда потери теплоты при термической обработки за 1 час (производительность установки) составят

$$\Delta Q = m \cdot c(t_{тн} - t_{тк}),$$

где m – количество обработанной сои за 1 час, кг; c – теплоемкость сои, Вт/(кг·°С).

Следует отметить, что потери теплоты за 1 час эквивалентно тепловому потоку $\Delta Q=q$. И так как эти теплопотери осуществляются через кожух температора с суммарной поверхностью кожуха $F_{кт}$, то коэффициент теплопередачи через стенку температора определится

$$k = \frac{q}{F_{кт}(t_{тср} - t_{тнс})}, \quad (1)$$

где $F_{кт}$ – суммарная поверхность теплоотдачи от кожуха температора, м^2; $t_{тср}$ – средняя температура сои в температоре, °С; $t_{нс}$ – температура наружной стенки температора, °С.

Классическая формула для определения коэффициента теплопередачи применительно к кожуху температора имеет вид

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{ст1}}{\lambda_{ст}} + \frac{\delta_{из}}{\lambda_{из}} + \frac{\delta_{ст2}}{\lambda_{ст}} + \frac{1}{\alpha_2}},$$

где α_1 – коэффициент теплоотдачи от нагретой сои к прилегающей металлической внутренней стенке темпераора, Вт/(м^2·°С); α_2 – коэффициент теплоотдачи от наружной стенке температора к окружающему воздуху, Вт/(м^2·°С); $\delta_{ст1}$ и $\delta_{ст2}$ – толщина стенки температора и его кожуха соответственно, м; $\lambda_{ст}$ и $\lambda_{из}$ – коэффициент теплопроводности стальных стенок и термоизоляции, Вт/(м·°С).

Так как стенки кожуха целесообразно выполнять из стальных листов толщиной не более $\delta_{ст}$=0,001 м, то величины $\delta_{ст1}/\lambda_{ст}$ и $\delta_{ст1}/\lambda_{ст}$ ничтожно малы, и их можно принять равным 0, тогда формула упрощается.

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{из}}{\lambda_{из}} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

Так как k величина известная и определена выше по формуле (1), то толщина термоизоляции определяется по формуле

$$\delta_{из} = \frac{\lambda_{из}(1 - \frac{1}{\alpha_1} - \frac{1}{\alpha_2})}{k}$$

Экспериментальные исследования, проведенные на действующем образце температора, показали, что средняя температура на поверхности кожуха составляла 27 °С (±2) при температуре окружающего воздуха 25 °С. Это вполне удовлетворяет условиям выполнения технологического процесса термической обработки сои.

Вывод: Таким образом, используя выше приведенную методику при известных габаритах температора (поверхности теплоотдачи), коэффициента теплоотдачи от нагретой

сои к стенке температора, коэффициента теплоотдачи от наружной стенки кожуха, коэффициента теплопроводности термоизоляции можно проводить теплотехнические расчеты и определить толщину термоизоляции для различных габаритов и конструктивного исполнения температора.

Список литературы

1. Машков, А.Н. Энергоэкономный способ термообработки сои / А.Н. Машков, А.М. Шувалов, Д.С. Чернов, Г.М. Шулаев, Н.А. Вотановская // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. –№3. –с. 7–8.

2. Чернов, Д.С. Оценка энергетической эффективности применения комбинированного нагрева зерна сои / Д.С. Чернов, А.М. Шувалов, В.Ф. Калинин, А.Н. Машков. // Вестник ВИЭСХ. –2015. –№2. –с. 52–56.

3. Чернов, Д.С. Перспективы применения комбинированного электронагрева зерна сои для удаления антипитательных веществ / Д.С. Чернов, А.М. Шувалов, А.Н. Машков, В.Ф. Калинин. // Вестник ВИЭСХ. – 2014. – №3. – с. 75–77.

4. Шувалов, А.М. Энергоэффективная установка для термической обработки сои / А.М. Шувалов, Н.П. Тишанинов, А.Н. Машков, Д.С. Чернов // Сельский механизатор. – 2016 . – № 6. – с. 30-31.

References

1. Mashkov, A.N. E'nergoe'konomnyj sposob termoobrabotki soi / A.N. Mashkov, A.M. Shuvalov, D.S. Chernov, G.M. Shulaev, N.A. Votanovskaya // Mexanizaciya i e'lektrifikaciya sel'skogo xozyajstva. – 2015. –№ 3. –s. 7–8.

2. Chernov, D.S. Ocenka e'nergeticheskoj e'ffektivnosti primeneniya kom-binirovannogo nagreva zerna soi / D.S. Chernov, A.M. Shuvalov, V.F. Kalinin, A.N. Mashkov. // Vestnik VIE'SX. –2015. –№2. –s. 52–56.

3. Chernov, D.S. Perspektivy primeneniya kombinirovannogo e'lektro-nagreva zerna soi dlya udaleniya antipitatel'nyx veshhestv / D.S. Chernov, A.M. Shuvalov, A.N. Mashkov, V.F. Kalinin. // Vestnik VIE'SX. – 2014. – №3. – s. 75–77.

4. Shuvalov, A.M. E'nergoe'ffektivnaya ustanovka dlya termicheskoj obrabotki soi / A.M. Shuvalov, N.P. Tishaninov, A.N. Mashkov, D.S. Chernov // Sel'skij mexanizator. – 2016 . – № 6. – s. 30-31.

УДК 631.017.3:621.181

УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОТЫ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ СОИ

Шувалов Анатолий Михайлович,
доктор технических наук, профессор, E-mail: vniiti@mail.ru
Машков Алексей Николаевич,
кандидат технических наук, E-mail: vniiti@mail.ru
ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов

Реферат. *Известно, что в последние годы в животноводстве остро стоит проблема замены животного белка на белок растительного происхождения. Установлено, что соя является наиболее подходящим заменителем белка, но присутствие в ней антипитательных веществ существенно снижает питательную ценность. Исследования показали, что*

основным способом удаления антипитательных веществ является термообработка сои. Разработана установка для термической обработки сои с комбинированным ее нагревом, в которой подача теплоты к зерну происходит сверху инфракрасными излучателями, а снизу от электронагревательной поверхности транспортирующего устройства. Исследования показали, что применение двухстороннего нагрева сои позволяет сократить время нагрева до заданной температуры, увеличить производительность установки и равномерно прогревать весь объем зерна и, следовательно, удалять антипитательные вещества при сохранении высокого ее качества. Выявлен недостаток: при термообработке осуществляется значительный расход энергии. Разрабатывали способ отбора теплоты от нагретой до 125-130 °С сои после ее обработки и дальнейшего полезного ее использования. Показано, что в технологии термической обработки сои является обязательным увлажнение сои. При температуре воды 10 - 20°С увлажнение длится в зависимости от сорта сои и исходной влажности от 1 до 5 часов. Исследования показали, что сократить время увлажнения в 3 - 5 и более раза можно, если увлажнять сою подогретой водой (60…80°С). Установлено, что подогрев воды можно осуществлять рекуператором теплоты, изготовленным из теплообменных пластин и установленных в температоре. Доказано, что вторичным использованием теплоты от нагретой сои получить два положительных эффекта:1. значительно сократить время увлажнения сои;2. уменьшить расход электроэнергии на термообработку.

Ключевые слова: *соя, рекуперация, температор, термообработка.*

HEAT RECOVERY AT HEAT TREATMENT OF SOY

Shuvalov Anatoliy,
Full Doctor of Technical Sciences, professor, E-mail: vniiti@mail.ru
Mashkov Alexey,
Candidate of Technical Sciences, E-mail: vniiti@mail.ru
FSBSI All-Russian Scientific Research Institute of Use of Machinery and Oil Products in Agriculture, Tambov

Abstract. *It is known that the problem of replacing animal protein with a vegetable protein is acute in recent years in cattle breeding. It was found that soy is the most suitable substitute for protein, but the presence of anti-nutrients in it significantly reduces nutritional value. Studies have shown that heat treatment of soybean is the main way of removing anti-nutritional substances. The unit for heat treatment of soybean with combined heating is developed, in which the heat supply to the grain comes from above by infrared radiators, and from below the electric heating surface of the transporting device. Studies have shown that the use of bi-directional heating of soybeans allows to shorten the heating time to the set temperature, increase the productivity of the plant and evenly heat the entire grain volume and, consequently, remove the anti-nutrients while maintaining its high quality. The drawback is revealed significant energy expenditure is carried out by heat treatment. The method of selection of heat from the soybean, heated to 125-130 ° C after its treatment and further useful use, was developed. It is shown that moistening soy is mandatory in the technology of soybean heat treatment. Humidification lasts depending on the soybean variety and the initial humidity from 1 to 5 hours at a water temperature of 10 to 20 ° C. Studies have shown that to shorten the humidification time by 3 to 5 or more times, if moistened with warm water (60 ... 80 ° C). It is established that the water heating can be carried out by a heat recuperator made of*

heat exchanger plates and installed in temperator. It is proved that the secondary use of heat from heated soybeans has two positive effects: 1. Significantly reduce the time of soybean moisturizing; 2. Reduce the power consumption for heat treatment.

Keywords: *soy, recovery, temperator, heat treatment*

Введение. Для утилизации теплоты и изучения режимов нагрева воды от сои и паровоздушной смеси в температоре разработан экспериментальный образец рекуператора теплоты, включающий трубопроводную и запорную арматуру, теплообменную пластину, бак холодной и подогретой воды (рисунок 1) [1]. Основной элемент рекуперации теплоты – теплообменная пластина, установлена в температоре (рисунок 2), где нагретая соя отлеживается в течение заданного времени [2, 3]. Температор – специально сконструированный термоизолированный бункер, в который поступает горячая соя из высокотемпературной рабочей камеры.

Принцип работы макетного образца рекуператора следующий (рисунок 1): через открытый вентиль 11 холодная вода поступает в бак холодной воды. Температор заполнен горячей соей (120-140 °С). Открываются вентили 9 и 7, включается насос 8, открывается вентиль 5 и холодная вода поступает в теплообменное устройство 4, нагревается в нем через стенку от горячей сои и через гибкий шланг 4, через счетчик воды 3 поступает в бак нагретой воды. Для уменьшения теплопотерь, бак подогретой воды термоизолирован. Вентиль 12 – для стока воды из рекуператора.

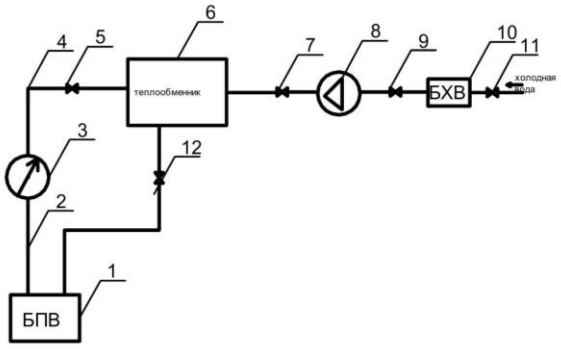


Рисунок 1 – Конструктивная схема стенда для исследования режима рекуперации теплоты

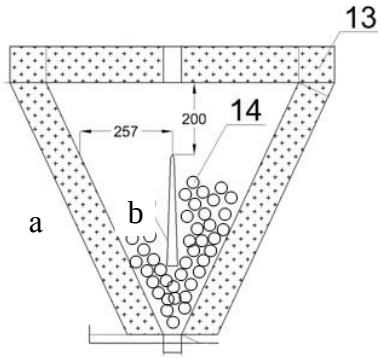


Рисунок 2 – Температор с теплообменной пластиной
13 – температор; 14 – горячая соя (120-140 °С); 15 – теплообменник.

В задачи исследований входило: 1 - создать экспериментальный образец рекуператора теплоты; 2 - провести экспериментальные исследования режимов нагрева воды от горячей сои и дать научный анализ полученных результатов; 3 - определить коэффициент теплоотдачи от нагретой сои к стенке теплообменника и коэффициент теплопередачи через

стенку теплообменной пластины.

Экспериментальная часть. В соответствии с разработанной частной методикой проведены экспериментальные исследования режимных параметров рекуператора теплоты: динамики нагрева воды на выходе из теплообменника при различном расходе ее в нем (от 0,48 до 1,02 л/мин), теплопроизводительность рекуператора теплоты, тепловой поток, коэффициент теплоотдачи от нагретой и увлажненной сои к теплообменной пластине. Опыты проводились при разогреве и темперировании сухого зерна сои, а также увлажненного до 20% - требуемого по технологии термической обработки.

Результаты и обсуждение. Исследования на сухом зерне сои показали (рисунок 3), что при расходе воды W = 0,6 л/мин максимальная температура воды 57 °С, разность (перепад) между начальной и конечной температурой Δt = 36 °С, после трех минут температура воды на выходе интенсивно снижалась. Это обусловлено тем, что соя постепенно охлаждалась, и температурный напор, характеризующий интенсивность теплоотдачи, уменьшался.

Рассмотрим эффективность нагрева воды при термообработке и темперировании сои, увлажненной до требуемого по технологии обработки значения 20%. При термообработке увлажненной сои образуется паровоздушная смесь, которая увеличивает теплоотдачу от зерна сои к стенке теплообменника, а, следовательно и нагрев воды в теплообменнике [4, 5].

Как следует из данных рисунка 4 даже при достаточно низкой температуре в температоре (115 °С) эффективность отбора тепла от влажной сои выше, чем от сухой. В этом случае максимальный перепад температуры составил $\Delta t = t_к – t_{нач} = 65–24=41$ °С.

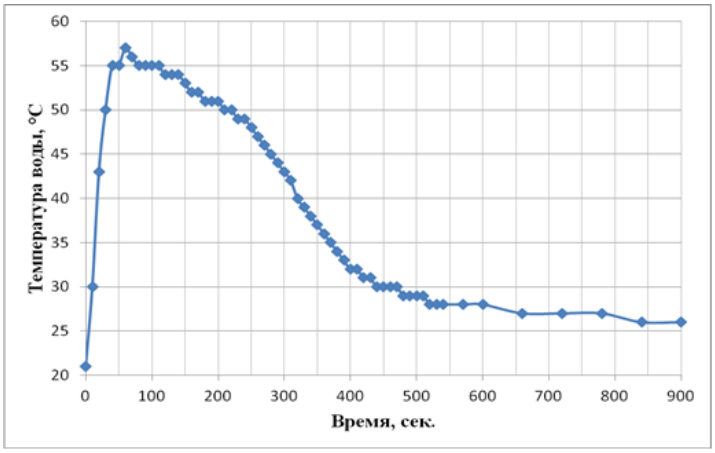


Рисунок 3 – Динамика температуры воды на выходе из теплообменника при расходе ее W=0,6 л/мин, при температуре сухой сои 134 °С, начальной температуре воды 21°С.

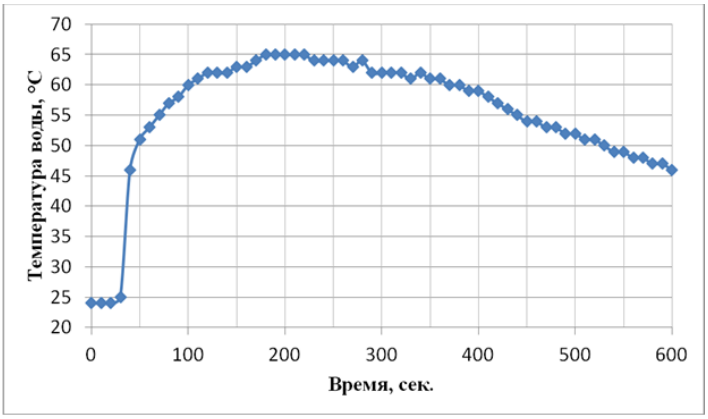


Рисунок 4 – Динамика температуры воды на выходе из теплообменника при расходе ее W=0,48 л/мин, при температуре увлажненной сои 115°С, начальной температуре воды 24°С.

На основе результатов экспериментальных исследований, приведенных на графиках, можно определить наиболее эффективный режим работы рекуператора теплоты. Так как теплоотдачу от нагретой сои к холодной воде характеризует перепад температуры между соей и водой, то наилучшие результаты по отбору теплоты достигнуты в режимах, представленных на графике (рисунок 4): вода на выходе теплообменника достигала до 65°С, перепад температур составил 41°С. Линия снижения температуры во времени пологая, средняя температура нагретой воды значительно выше, чем на других графиках. Поэтому отбор теплоты от сои в этом режиме наилучший. Следует отметить, что снижение температуры воды связано с остыванием прилегающей к стенкам теплообменника сои. Следовательно, горячая соя в температоре должна выгружаться с определенной скоростью, исключая снижение ее температуры в зоне темперирования.

Рассмотрим этот вопрос подробнее. При производительности установки 240 кг/ч и объеме температора вместительностью 60 кг сои смена зерна в температоре за 1 час произойдет 4 раза. При высоте температора 0,7 м смена зерна четыре раза эквивалентна пройденному расстоянию за 1 час l=0,7·4=2,8м или за 1 минуту 0,05 м. Из графика (рис. 4) следует, что наиболее эффективная теплопередача наблюдается в течение 7 мин (участок пологой кривой на графике). За 7 минут соя в температоре опустится на h_7=0,05·7=0,35м, высота же теплообменной пластины 0,3 м. Следовательно, в нормальном технологическом режиме термической обработки сои (m=240 кг/ч, $t_{сои}$=120-130°С) и при расходе воды в теплообменнике W=0,4 л/мин рекуператор теплоты будет работать в режиме максимального отбора тепла.

Повысить температуру воды на выходе теплообменника можно последовательным включением двух теплообменных пластин. При этом суммарная температура нагрева воды составит не менее 80 °С. Расчеты показывают, что величина отобранной теплоты одной пластины за 1 час составляет $Q_1 = 1{,}1$ кВт·ч или 3,5% от энергии, затраченной на термообработку установкой производительностью 240 кг/ч. При работе двух последовательно включенных пластин $Q_2 = 1{,}7$ кВт·ч или 5,15% от затраченной энергии.

Отметим: теплота за 1 час есть тепловой поток $Q_т = q_т$, при известном тепловом потоке ($q_т$) и поверхности теплообмена ($F_Т$) определен средний коэффициент теплопередачи теплообменной пластины.

$$K = \frac{q_Т}{F_Т \cdot (t_к - t_н)} = 46{,}42 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°С)}$$

Если коэффициент теплопередачи известен, то коэффициент теплоотдачи от горячей сои к стенке теплообменника определится по формуле:

$$\alpha_1 = \frac{K}{1 - K \cdot A} \qquad A = \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}$$

где δ – толщина стенки теплообменной пластины, м; λ – удельная ее теплопроводность (для нержавеющей стали λ=17 Вт/(м·°С))

Заключение. Таким образом, по известному коэффициенту теплоотдачи от сои к стенке теплообменника, а так же при известных α_2, и λ можно проводить теплотехнические расчеты теплообменных пластин другой толщины и другой марки металла, используемых для отбора теплоты в температоре.

Список литературы

1. Шувалов, А.М. Энергоэффективная установка для термической обработки сои / А.М. Шувалов, Н.П. Тишанинов, А.Н. Машков, Д.С. Чернов // Сельский механизатор. 2016 . № 6. С. 30-31.

2. Шувалов, А.М. Теплоперенос в рабочей камере для термической обработки сои / А.М. Шувалов, А.Н. Машков, Д.С. Чернов // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации и животноводства. 2016. № 3 (23). С. 122-125.

3. Шулаев, Г.М. Влияние мощности ИК-облучения при микронизации полножирной сои Соер-5 на изменение тестовых показателей в ней / Г.М. Шулаев, Н.А. Вотановская, А.М. Шувалов, Д.С. Чернов, Р.К. Милушев // Наука в центральной России. 2013. №1. С. 50-53.

4. Шулаев, Г.М. Влияние способа подачи тепла на управляемость процессом гидротермической обработки семян сои / Г.М. Шулаев, Н.А. Вотановская, Д.С. Чернов, А.М. Шувалов. // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2015. Т.20. №2. С. 443–445.

5. Чернов, Д.С. Снижение антипитательных факторов в семенах микронизированной полножирной сои / Д.С. Чернов, А.М. Шувалов, Г.М. Шулаев, Н.А. Вотановская, Р.К. Милушев // Труды 8-й Международной научно-технической конференции «Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве». – М.: ГНУ ВИЭСХ, ч.2. 2012. С. 59-62.

References

1. Shuvalov, A.M. E'nergoe'ffektivnaya ustanovka dlya termicheskoj obrabotki soi / A.M. Shuvalov, N.P. Tishaninov, A.N. Mashkov, D.S. Chernov // Sel'skij mexanizator. 2016 . № 6. S. 30-31.

2. Shuvalov, A.M. Teploperenos v rabochej kamere dlya termicheskoj obrabotki soi / A.M. Shuvalov, A.N. Mashkov, D.S. Chernov // Vestnik Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mexanizacii i zhivotnovodstva. 2016. № 3 (23). S. 122-125.

3. Shulaev, G.M. Vliyanie moshhnosti IK-oblucheniya pri mikronizacii polnozhirnoj soi Soer-5 na izmenenie testovyx pokazatelej v nej / G.M. Shulaev, N.A. Votanovskaya, A.M. Shuvalov, D.S. Chernov, R.K. Milushev // Nauka v central'noj Rossii. 2013. №1. S. 50-53.

4. Shulaev, G.M. Vliyanie sposoba podachi tepla na upravlyaemost' processom gidrotermicheskoj obrabotki semyan soi / G.M. Shulaev, N.A. Votanovskaya, D.S. Chernov, A.M. Shuvalov. // Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Estestvennye i texnicheskie nauki. 2015. T.20. №2. S. 443–445.

5. Chernov, D.S. Snizhenie antipitatel'nyx faktorov v semenax mikronizirovannoj polnozhirnoj soi / D.S. Chernov, A.M. Shuvalov, G.M. Shulaev, N.A. Votanovskaya, R.K. Milushev // Trudy 8-j Mezhdunarodnoj nauchno-texnicheskoj konferencii «E'nergoobespechenie i e'nergosberezhenie v sel'skom xozyajstve». – M.: GNU VIE'SX, ch.2. 2012. S. 59-62.

УДК 631.3:631.15.017.3

ОПТИМАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ РЕСУРСНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ С УЧЕТОМ ИХ АЛЛОКАТИВНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Сазонова Дамира Давидовна,
кандидат экономических наук, доцент, E-mail: snsazon@mail.ru

Сазонов Сергей Николаевич,
доктор технических наук, профессор, E-mail: snsazon@mail.ru
ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов

Реферат. *Известно, что аллокативная эффективность позволяет судить о том, является ли использование ресурса избыточным, оптимальным или недостаточным при сложившихся ценах на рынке ресурсов и конечной продукции, а также доступном уровне для данной совокупности производителей технологий и организации производства. Для оценки аллокативной эффективности использован метод стоимости предельного продукта (VMP-Value of Marginal Product). Основываясь на данных, полученных в фермерских хозяйствах Тамбовской области в 2001-2016 гг., получено аналитическое выражение производственной функции, описывающее влияние на объемы реализованной продукции следующих ресурсов производства: площадь пашни, количество единиц техники в хозяйстве, затраты на приобретение топливно-смазочных материалов, затраты на приобретение запасных частей, затраты на приобретение семян и удобрений, количество работников в хозяйстве. Получены аналитические выражения функций предельного продукта по каждому ресурсу и рассчитаны их величины. Решена задача оптимизации параметров ресурсного обеспечения, при которой все ресурсы, входящие в производственную функцию, аллокативно эффективны. Установлено, что в настоящее время аллокативно эффективным будет фермерское хозяйство, которое имеет в своем распоряжении 19,3 га пашни, использует в среднем 1,8 единиц сельскохозяйственной техники, тратит на приобретение топливно-смазочных материалов до 38,7 тыс. руб, приобретает запасных частей на сумму до 19 тыс. руб, приобретает семена и удобрения на сумму не более 32,1 тыс. руб и имеет в среднегодовом исчислении 0,2 работника. Полученные результаты в полной мере отразили диспропорцию между ценами на ресурсы производства и ценами на сельскохозяйственную продукцию. Они указывают на то, что доступный для данных производителей уровень технологий и организации производства продукции крайне невысок. Совокупность указанных причин и предопределяет заведомо очень незавидные результаты деятельности современных фермерских хозяйств.*

Ключевые слова: *Фермерские хозяйства, Тамбовская область, производственные ресурсы, аллокативная эффективность.*

OPTIMAL PARAMETERS OF RESOURCE ALLOCATION OF FARM ENTERPRISES BASED ON ALLOCATIVE EFFICIENCY

Sazonova Damira,
PhD (Economics), associate professor, E-mail: snsazon@mail.ru
Sazonov Sergei
Full Doctor of Technical Sciences, professor, E-mail: snsazon@mail.ru
FSBSI All-Russian Scientific Research Institute of Use of Machinery and Oil Products in Agriculture, Tambov

Abstract. *It is known, that allocative efficiency allows to evaluate whether resource use is excessive, optimal or insufficient taking into account current market prices on resources and final products, as well as technology and organization of production level affordable for the given sample of producers. To evaluate allocative efficiency, Value of Marginal Product (VMP) method is used. Based on the data obtained in farm enterprises of Tambov Oblast' during 2001-1016, an analytical representation of production function was calculated that describes the impact of following resources on sales volume: surface of agricultural land, number of agriculture machinery in farm enterprise, fuel expenses, spare parts expenses, seeds and fertilizers expenses, number of*

employees. Analytical representation of marginal product functions as well as their values were calculated for each resource. The problem of optimizing parameters of resource allocation *has been solved so that all resources included production function achieve allocative efficiency. It is shown that to achieve allocative efficiency today a farm enterprise should have 19.3 hectares of agricultural land, use on average 1.8 units of agriculture machinery, expend up to 38.7 thousand rubles on fuel, up to 19 thousand rubles - on spare parts, up to 32.1 thousand rubles – on seeds and fertilizers and have at an average annual rate 0.2 employees. The results fully reflected the disparity between prices on production resources and agricultural products. They demonstrate that technology and production organization level available for the producers is extremely low. The combination of the above reasons predetermines obviously unsatisfactory activity results of modern farm enterprises.*

Keywords: *Farm enterprises, Tambov Oblast', production resources, allocative efficiency*

Введение. Как известно [1-3], анализ аллокативной эффективности позволяет судить о том, является ли использование того или иного ресурса избыточным, оптимальным или недостаточным при сложившихся ценах на рынке ресурсов и конечной продукции, а также доступном уровне для данной совокупности производителей технологий и организации производства продукции.

Методические подходы. Для проведения оценки аллокативной эффективности в данном случае применяется следующий алгоритм:

1. Используя достоверный статистический материал, полученный по результатам обследования конкретных фермерских хозяйств Тамбовской области, строится производственная функция.

2. Проводится анализ производственной функции, который позволяет оценить взаимосвязь между выпуском продукта и ресурсами производства, а также является основой для оценки эластичности выпуска по ресурсам. Кроме этого анализ производственной функции позволит сделать важные обобщения о номенклатуре и иерархии основных ресурсов, лимитирующих увеличение выпуска продукта.

3. Проводится оценка аллокативной эффективности - оценка адекватности решений относительно объемов применяемых ресурсов. Предполагаемый метод оценки аллокативной эффективности, исходя из имеющегося опыта и анализа современной научной литературы, - метод стоимости предельного продукта (VMP- Value of Marginal Product).

4. Определяются рациональные параметры ресурсного обеспечения, при которых все ресурсы, входящие в производственную функцию, аллокативно эффективны.

В силу сложности экономических процессов, производственная функция в форме линейной модели является нереалистичной. Как правило, используются нелинейные модели, например, очень часто используется широко известная мультипликативная функция Кобба-Дугласа:

$$Y = f(x_1,...,x_n) = b \cdot x_1^{b_1} \cdot ..... \cdot x_n^{b_n} \quad (1),$$

где Y - объем производства; x_i- ресурсы (факторы) производства (i=1,…,n); b, b_i - коэффициенты зависимости.

Как указано выше, для оценки аллокативной эффективности использования ресурса в настоящем исследовании применяется подход, основанный на оценке стоимости предельного продукта данного ресурса. При этом функция предельного продукта (предельной (маржинальной) производительности ресурса) i-того ресурса представляет собой первую частную производную производственной функции по этому ресурсу и показывает, на сколько единиц увеличится результирующая переменная Y, если объем затрат этого ресурса возрастет на одну единицу (достаточно малую) при неизменных

объемах остальных ресурсов.

В случае использования функции Кобба-Дугласа предельный продукт i-того ресурса опишется зависимостью:

$$MP_i = \frac{\partial Y}{\partial x_i} = b_i \cdot x_i^{b_i - 1} \cdot b \cdot \bar{x}_1^{b_1} \cdot \ldots \cdot \bar{x}_{i-1}^{b_{i-1}} \cdot \bar{x}_{i+1}^{b_{i+1}} \cdot \ldots \cdot \bar{x}_n^{b_n}, \quad (2)$$

где $\bar{\mathbf{x}}_\mathbf{j}$ - средние значения постоянных ресурсов (j ≠ i).

Определим значение предельного продукта при среднем значении ресурса. Умножив правую часть равенства (2) на дробь $\bar{x}_i / \bar{x}_i$, получим

$$\overline{MP_i} = \frac{(b_i \cdot x_i^{b_i - 1} \cdot b \cdot \bar{x}_1^{b_1} \cdot \ldots \cdot \bar{x}_{i-1}^{b_{i-1}} \cdot \bar{x}_{i+1}^{b_{i+1}} \cdot \ldots \cdot \bar{x}_n^{b_n}) \cdot \bar{x}_i}{\bar{x}_i} = b_i \cdot \frac{\bar{Y}}{\bar{x}_i}, \quad (3)$$

то есть предельный продукт i-того ресурса при данном (среднем) его значении пропорционален средней производительности с коэффициентом b_i.

Так как в правой части равенства (2) все члены, кроме x_i, постоянны и имеют определенные значения, то функцию предельного продукта i-того ресурса можно записать в следующем виде:

$$MP_i = \frac{\partial Y}{\partial x_i} = d_i \cdot x_i^{b_i - 1}, \quad (4)$$

где $$d_i = b_i \cdot b \cdot \bar{x}_1^{b_1} \cdot \ldots \cdot \bar{x}_{i-1}^{b_{i-1}} \cdot \bar{x}_{i+1}^{b_{i+1}} \cdot \ldots \cdot \bar{x}_n^{b_n}. \quad (5)$$

Этот постоянный множитель рассчитан как произведение средних значений постоянных факторов x_j (j≠i) в соответствующей степени, свободного члена производственной функции b и показателя степени переменного ресурса i, то есть тех составляющих формулы (2), которые являются постоянными и не зависят от величины переменного фактора x_i.

В общем виде оптимальные значения ресурсов определяются решением задачи на максимум прибыли:

PR= Y – Z $\rightarrow$ max, где $Z = P_1 \cdot x_1 + \ldots + P_n \cdot x_n$ - функция затрат.

Значение ресурса x_i, при котором функция прибыли PR примет максимальное значение, определится решением уравнений:

$$\frac{\partial PR}{\partial x_i} = 0 \Rightarrow \frac{\partial Y}{\partial x_i} = \frac{\partial Z}{\partial x_i} \Rightarrow \frac{\partial Y}{\partial x_i} = P_i \Rightarrow MP_i = P_i \quad (6)$$

Таким образом, оптимальное значение переменного ресурса x_i (при условии, что значения остальных ресурсов постоянны и зафиксированы на средних уровнях) удовлетворяет равенству $MP_i=P_i$, где P_i - стоимость единицы i-того ресурса. Если в производственной функции ресурс представлен не в физическом, а в денежном исчислении, то, естественно, последнее уравнение будет иметь вид $MP_i=1$.

Значения ресурса x_i, удовлетворяющие неравенству $MP_i>P_i$, свидетельствуют о недоиспользовании ресурса: увеличение ресурса приведет к увеличению прибыли. Значения ресурса x_i, удовлетворяющие неравенству $MP_i < P_i$, свидетельствуют об избыточном использовании ресурса: прибыль можно увеличить уменьшением использования ресурса.

Задача определения ресурсного обеспечения, при котором все ресурсы, входящие в производственную функцию, аллокативно эффективны, сводится к нахождению максимума производственной функции (2) при равенстве предельных продуктов ресурсов их стоимостям.

$$Y = f(x_1, \ldots, x_n) = b \cdot x_1^{b_1} \cdot \ldots \cdot x_n^{b_n} \rightarrow \max \quad (7)$$

при условии

$$\begin{cases} d_1 \cdot x_1^{b_1-1} = P_1 \\ d_2 \cdot x_2^{b_2-1} = P_2 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ d_n \cdot x_n^{b_n-1} = P_n \end{cases} \quad (8)$$

Решение этой задачи методом Лагранжа дает единственную точку. Полученная критическая точка является точкой условного локального (также глобального) максимума функции (7) при системе ограничений (8).

Результаты и их обсуждение. При построении производственной функции использованы данные, полученные непосредственно в фермерских хозяйствах Тамбовской области в течение 2001-2016 годов по методике, изложенной в работах [4-8]. Результирующей переменной Y принята выручка от реализации сельскохозяйственной продукции и продуктов ее переработки.

В качестве переменных ресурсов, исходя из ранее проведенных исследований [9], рассмотрены: X_1–площадь пашни (га); X_2-количество техники в хозяйстве (тракторы гусеничные и колесные, зерноуборочные комбайны и грузовые автомобили), шт.; X_3-затраты на приобретение топливно-смазочных материалов (ТСМ), тыс.руб.; X_4 - затраты на приобретение запасных частей, тыс.руб.; X_5- затраты на приобретение семян, удобрений и прочих материалов и на оплату услуг сторонних организаций, тыс.руб.; X_6 - количество работников в хозяйстве, чел. Средние статистические характеристики ресурсов производства за период анализа [10-17] приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Статистические характеристики ресурсов производства

Факторы (ресурсы)		Среднее значение ($\tilde{x}$)	Средне квадратическое отклонение, (σ)	Ошибка репрезентативности ($\mu_{\%}$)	Предельная ошибка выборки (Δ_x)
X1	Площадь пашни, га	104,7	125,7	6,4	±8,5
X2	Количество техники (тракторы, комбайны и грузовые автомобили), шт.	2,7	1,7	3,3	±0,1
X3	Затраты на приобретение ТСМ, тыс.руб.	70,5	125,9	9,5	±8,6
X4	Затраты на приобретение запасных частей, тыс.руб.	29,4	64,6	11,7	±4,4
X5	Затраты на приобретение семян, удобрений и прочих материалов, оплату услуг сторонних организаций, тыс. руб.	29,2	79,1	14,4	±5,4
X6	Количество работников в хозяйстве, чел.	2,0	1,1	2,9	±0,07
	Выручка от реализации сельскохозяйственной продукции, тыс. руб.	185,2	417,6	12,0	±28,4

Для определения существенности колебаний значений факторов в зависимости от календарного года в производственную функцию введен дополнительный фактор - фиктивная переменная (dummy variable) D, которая определялась как D=1, 2, …, 15, 16 для данных, соответственно, за 2001, 2002,…2015 и 2016 годы. Однако установлено, что влияние фиктивной переменной на результирующую следует признать статистически незначимым.

Производственная функция, полученная после исключения из расчетов фиктивной

переменной, имеет вид:

$$Y = 5{,}74 \cdot X_1^{0{,}083} \cdot X_2^{0{,}176} \cdot X_3^{0{,}338} \cdot X_4^{0{,}166} \cdot X_5^{0{,}28} \cdot X_6^{0{,}03}$$

Исходя из принятых методических положений, рассчитаны величины предельных продуктов (таблица 2).

Три из шести ресурсов измеряются в физических единицах – земля (га), труд (количество работников), обеспеченность техникой (количество тракторов, комбайнов и грузовых автомобилей в хозяйстве). Эффективность использования этих ресурсов определяется сравнением предельного продукта с затратами, связанными с их привлечением в производственный процесс. На основании анализа первичной информации, полученной непосредственно в фермерских хозяйствах, величина этих затрат установлена.

Например, средневзвешенной стоимости земли составила 0,491 тыс. руб./га. Средневзвешенная (за период 2001-2016гг) стоимость техники, числящейся на балансе фермерского хозяйства, составляет 110 тыс.руб. Если принять за цену ресурса десятипроцентную стоимость техники (в расчете на один год), то цена этого ресурса составит 11 тыс.руб.

Таблица 2 - Величины предельных продуктов факторов (ресурсов) производства

Факторы (ресурсы)	Средняя производительность ресурса (выручка на единицу затрат ресурса)*, тыс. руб.	Функция предельного продукта $MP_i = d_i \cdot X_i^{b_i - 1}$	Величина предельного продукта (MP_i) при среднем значении ресурса, тыс. руб.
X_1	1,863	$11{,}01 \cdot X_1^{-0{,}917}$	0,154
X_2	72,26	$28{,}83 \cdot X_2^{-0{,}824}$	12,718
X_3	2,767	$15{,}65 \cdot X_3^{-0{,}767}$	0,935
X_4	6,636	$18{,}48 \cdot X_4^{-0{,}834}$	1,102
X_5	6,682	$21{,}24 \cdot X_5^{-0{,}72}$	1,871
X_6	97,55	$5{,}73 \cdot X_6^{-0{,}97}$	2,927
*)рассчитано как $\overline{Y}/\overline{X}_i$, $\overline{Y}$ исчислен по производственной функции при средних значениях, приведенных в таблице 1			

Труд в производственной функции представлен количеством занятых в производственном процессе членов фермерского хозяйства. Поэтому в качестве оплаты труда членов фермерского хозяйства приняты и денежные средства, потраченные на личное потребление, и стоимость продукции, использованной на семейное потребление, то эта величина составит 21,1 тыс. руб. Оставшиеся три вида ресурсов измеряются в денежном выражении, они используются оптимально, если $MP_i = 1$

Используя обоснованные выше цены ресурсов, представленных в производственной функции в физическом исчислении, поставленную задачу можно записать в следующем виде:

$$Y = 5{,}74 \cdot X_1^{0{,}083} \cdot X_2^{0{,}176} \cdot X_3^{0{,}338} \cdot X_4^{0{,}166} \cdot X_5^{0{,}28} \cdot X_6^{0{,}03} \rightarrow \max \qquad (10)$$

при условии

$$\begin{cases} 0{,}476 \cdot X_1^{-0{,}917} \cdot X_2^{0{,}176} \cdot X_3^{0{,}338} \cdot X_4^{0{,}166} \cdot X_5^{0{,}28} \cdot X_6^{0{,}03} = 0{,}494 \\ 1{,}01 \cdot X_1^{0{,}083} \cdot X_2^{-0{,}824} \cdot X_3^{0{,}338} \cdot X_4^{0{,}166} \cdot X_5^{0{,}28} \cdot X_6^{0{,}03} = 11 \\ 1{,}94 \cdot X_1^{0{,}083} \cdot X_2^{0{,}176} \cdot X_3^{-0{,}686} \cdot X_4^{0{,}166} \cdot X_5^{0{,}28} \cdot X_6^{0{,}03} = 1 \\ 0{,}95 \cdot X_1^{0{,}083} \cdot X_2^{0{,}176} \cdot X_3^{0{,}338} \cdot X_4^{-0{,}834} \cdot X_5^{0{,}28} \cdot X_6^{0{,}03} = 1 \\ 1{,}61 \cdot X_1^{0{,}083} \cdot X_2^{0{,}176} \cdot X_3^{0{,}338} \cdot X_4^{0{,}166} \cdot X_5^{-0{,}72} \cdot X_6^{0{,}03} = 1 \\ 0{,}17 \cdot X_1^{0{,}083} \cdot X_2^{0{,}176} \cdot X_3^{0{,}338} \cdot X_4^{0{,}166} \cdot X_5^{0{,}28} \cdot X_6^{-0{,}97} = 21{,}1 \end{cases} \quad (11)$$

Решение этой задачи методом Лагранжа дает единственную точку (19,3; 1,8; 38,7; 19,0; 32,1; 0,2). Полученная критическая точка является точкой условного локального (также глобального) максимума функции (8) при системе ограничений (9).

Таким образом, применение всех ресурсов будет аллокативно эффективным, если фермерское хозяйство имеет ресурсное обеспечение, приведенное в таблице 3. Выручка от реализации произведенной продукции при этом составит 119,7 тыс.руб. Полученная модель полагает снижение общей выручки в 1,6 раза, но при этом затраты хозяйства снизятся в 2 раза.

Таблица 3 - Оптимальные значения ресурсов

Факторы (ресурсы)		Оптимальное значение
X_1	Площадь пашни, га	19,9
X_2	Количество техники (тракторы, комбайны и грузовые автомобили), шт.	1,9
X_3	Затраты на приобретение ТСМ, тыс.руб.	40,3
X_4	Затраты на приобретение запасных частей, тыс.руб.	19,8
X_5	Затраты на приобретение семян, удобрений и прочих материалов, оплату услуг сторонних организаций, тыс.руб.	33,3
X_6	Количество работников в хозяйстве, чел.	0,2
Y		119,7

Выводы. Очевидно, что полученные результаты в полной мере отразили диспропорцию между ценами на ресурсы производства и ценами на сельскохозяйственную продукцию. Они указывают на то, что доступный для данных производителей уровень технологий и организации производства продукции крайне невысок. Совокупность указанных причин и предопределяет заведомо очень незавидные результаты деятельности современных фермерских хозяйств.

Список литературы

1. Гражданинова М.П. Факторы эффективности производства сельскохозяйственной продукции в российской экономике переходного периода: дис... канд. экон. наук– М., 2004. - 194 с.

2. Эпштейн Д. Б. Аллокативная эффективность использования ресурсов сельхозпредприятиями // АПК: экономика, управление. -2006. -№3. -С.39-42

3. Russia's Agriculture in Transition/ Lerman Z. et al. Maryland. 2008. P.387.

4. Анализ хозяйственной деятельности крестьянских хозяйств / Афанасьев В.Н. и др. - Москва, 1995.- 32 с.

5. Земцова В.М. и др. Повышать доходы крестьянских хозяйств // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. -1996. -№ 4. - С. 36-40.

6. Попова О.Н. и др. Структура времени использования техники в крестьянских (фермерских) хозяйствах // Механизация и электрификация сельского хозяйства. -1996. -

№ 8. - С. 21-23.

7. Теоретические аспекты межфермерской кооперации при использовании техники / Клейменов О.А. и др. –Тамбов, 1996. – 72 с.

8. Остриков В.В. и др. Эффективность использования нефтепродуктов в фермерских хозяйствах//Сельский механизатор. -2012. -№10. -С.32-33.

9. Сазонов С.Н., Сазонова Д.Д Оценка технической эффективности фермерских хозяйств. //АПК России. -2014. -Т. 69. -С. 117-125

10. Сазонова Д.Д., Сазонов С.Н. Результаты мониторинга фермерских хозяйств. – Тамбов, 2005. -114 с.

11. Сазонова Д.Д., Сазонов С.Н Влияние приоритетного национального проекта "Развитие АПК" на результаты деятельности фермерских хозяйств. –Тамбов, 2008. 130 с.

12. Остриков В.В. и др. Актуальные проблемы повышения эффективности использования нефтепродуктов в сельскохозяйственной технике // Механизация и электрификация сельского хозяйства. -2013. -№ 1. -С. 30-32.

13. Сазонова Д.Д., Сазонов С.Н. Совершенствование механизма кредитования фермерских хозяйств // Никоновские чтения. -2011. -№ 16. -С. 349-352.

14. Попова О.Н. и др. Оснащенность фермерских хозяйств техникой // Наука в центральной России. - 2013. -№ 5. -С. 4-11.

15. Калюжный М.С. и др. Потенциал кластерного развития Тамбовского региона в контексте европейских кластерных инициатив // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. -2015. -№ 1. -С. 49-56.

16. Сазонова Д.Д., Сазонов С.Н. Итоги деятельности фермерских хозяйств Тамбовской области//Наука в центральной России.- 2016. -№5. -С.44-54

17. Сазонов С.Н., Сазонова Д.Д. Организационно-правовая структура фермерского землепользования//Наука в центральной России. -2014. -№5. -С.38-47

References

1. Grazhdaninova M.P. Faktoryi effektivnosti proizvodstva selskoho-zyaystvennoy produktsii v rossiyskoy ekonomike perehodnogo perioda: dis... kand. ekon. nauk– M., 2004. - 194 s.

2. Epshteyn D. B. Allokativnaya effektivnost ispolzovaniya resursov selhozpredpriyatiyami // APK: ekonomika, upravlenie. -2006. -№3. -S.39-42

3. Russia's Agriculture in Transition/ Lerman Z. et al. Maryland. 2008. R.387.

4. Analiz hozyaystvennoy deyatelnosti krestyanskih hozyaystv /Afanasev V.N. i dr. - Moskva, 1995.- 32 s.

5. Zemtsova V.M. i dr. Povyishat dohodyi krestyanskih hozyaystv // Ekonomika selskohozyaystvennyih i pererabatyivayuschih predpriyatiy. -1996. -№ 4. - S. 36-40.

6. Popova O.N. i dr. Struktura vremeni ispolzovaniya tehniki v krest-yanskih (fermerskih) hozyaystvah // Mehanizatsiya i elektrifikatsiya selskogo hozyaystva. -1996. - № 8. - S. 21-23.

7. Teoreticheskie aspektyi mezhfermerskoy kooperatsii pri ispolzova-nii tehniki / Kleymenov O.A. i dr. –Tambov, 1996. – 72 s.

8. Ostrikov V.V. i dr. Effektivnost ispolzovaniya nefteproduktov v fermerskih hozyaystvah//Selskiy mehanizator. -2012. -№10. -S.32-33.

9. Sazonov S.N., Sazonova D.D Otsenka tehnicheskoy effektivnosti fer-merskih hozyaystv. //APK Rossii. -2014. -T. 69. -S. 117-125

10. Sazonova D.D., Sazonov S.N. Rezultatyi monitoringa fermerskih ho-zyaystv. –Tambov, 2005. -114 s.

11. Sazonova D.D., Sazonov S.N Vliyanie prioritetnogo natsionalnogo proekta "Razvitie APK" na rezultatyi deyatelnosti fermerskih hozyaystv. –Tambov, 2008. 130 s.

12. Ostrikov V.V. i dr. Aktualnyie problemyi povyisheniya effektivno-sti ispolzovaniya nefteproduktov v selskohozyaystvennoy tehnike // Mehani-zatsiya i elektrifikatsiya selskogo hozyaystva. -2013. -№ 1. -S. 30-32.

13. Sazonova D.D., Sazonov S.N. Sovershenstvovanie mehanizma kredito-vaniya fermerskih hozyaystv // Nikonovskie chteniya. -2011. -№ 16. -S. 349-352.

14. Popova O.N. i dr. Osnaschennost fermerskih hozyaystv tehnikoy // Nauka v tsentralnoy Rossii. - 2013. -№ 5. -S. 4-11.

15. Kalyuzhnyiy M.S. i dr. Potentsial klasternogo razvitiya Tambovskogo regiona v kontekste evropeyskih klasternyih initsiativ // Vestnik Michurin-skogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. -2015. -№ 1. -S. 49-56.

16. Sazonova D.D., Sazonov S.N. Itogi deyatelnosti fermerskih ho-zyaystv Tambovskoy oblasti//Nauka v tsentralnoy Rossii.- 2016. -№5. -S.44-54

17. Sazonov S.N., Sazonova D.D. Organizatsionno-pravovaya struktura fermerskogo zemlepolzovaniya//Nauka v tsentralnoy Rossii. -2014. -№5. -S.38-47

УДК 631.3:631.115

ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ[1]

Сазонова Дамира Давидовна,
кандидат экономических наук, доцент, E-mail: snsazon@mail.ru
Сазонов Сергей Николаевич,
доктор технических наук, профессор, E-mail: snsazon@mail.ru
ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов

Реферат. *Устанавливали правовой статус земли, используемой в типичных фермерских хозяйствах Тамбовской области. Анализ проводился по данным, полученным в результате авторского мониторинга деятельности типичных фермерских хозяйств региона на протяжении 2001-2016 гг. Установлено, что с правовой точки зрения фермерское землепользование состоит из четырех частей. Первая – земля, закрепленная в собственность. Вторая – земля, ошибочно выделенная из фонда перераспределения земель на правах постоянного (бессрочного) пользования и пожизненного наследуемого владения. Третья – земля, арендуемая из фонда перераспределения земель. Четвертая – земля, арендуемая у частных лиц (владельцы земельных долей из числа бывших и нынешних работников сельскохозяйственного предприятия или работников социальной сферы на селе). За 2001-2016гг. общая площадь землепользования возросла в среднем в 1,36 раза. Не подтвердилась широко распространенная точка зрения о якобы однозначно выраженной тенденции к увеличению площади землепользования всех без исключения фермерских хозяйств. На самом деле зафиксирована все более нарастающая дифференциация по размерам землепользования между различными группами фермерских хозяйств. С одной*

[1] Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 17-46-680777)

стороны, 14,3% фермерских хозяйств имеют площади пашни более 200 га и в их пользовании находится 54,1% всей фермерской земли. С другой стороны, в распоряжении 28,6% хозяйств, имеющих площадь пашни до 30 га, находится только 3,6% от общей площади земли, используемой фермерами.

Ключевые слова: *Тамбовская область, фермерские хозяйства, земля, организационно-правовая структура*

LAND RESOURCES OF FARM ENTERPRISES AND THEIR USE

Sazonova Damira,
PhD (Economics), associate professor, E-mail: snsazon@mail.ru
Sazonov Sergei
Full Doctor of Technical Sciences, professor, E-mail: snsazon@mail.ru
FSBSI All-Russian Scientific Research Institute of Use of Machinery and Oil Products in Agriculture, Tambov

Abstract*. The legal status of land used in typical farms of the Tambov region was established. The analysis was conducted on data obtained as a result of the author's monitoring of typical farms of the region throughout 2001-2016. It was established that from the legal point of view farm land tenure has four modes. The first mode is the ownership of the land. The second mode is the land mistakenly allocated from the Land Redistribution Fund on the right of permanent (perpetual) use and lifetime inheritable possession. The third mode is the land rented from the Land Redistribution Fund. The fourth is the land rented from private individuals (land share owners from former and current employees of agricultural enterprises or social workers in the countryside). During 2001-2016 the total area of land increased by an average of 1.36 times. The widespread assumption that there was a clear trend to the increase in land tenure of all farms was not confirmed. Actually, the increasing differentiation in size of land tenure of different groups of farmers was observed. On the one hand, 14.3% of farms have arable land over 200 hectares and in their use is 54.1% of the total farmland. On the other hand, 28.6% of farms with arable land of 30 hectares have only 3.6% of the total area of land used by farmers.*

Keywords*: Tambov region, farms, land, organizational and legal structure.*

Введение. Несомненно, что обеспеченность земельными ресурсами и интенсивность их использования оказывают влияние на конечные результаты деятельности фермерских хозяйств. Иное дело, что порой влияние именно этого фактора абсолютизируется, что, конечно же, не верно. Тем не менее, земля – важный и просто необходимый ресурс для производства сельскохозяйственной продукции. Цель исследования состояла в установлении правового статуса земли, используемой в типичных фермерских хозяйствах Тамбовской области.

Материалы и методы. Результаты мониторинга деятельность фермерских хозяйств Тамбовской области, проведенного в 2001-2016гг. [1-12], с использованием методики разработанной авторами [13,14].

Результаты и обсуждение. Основным направлением деятельности фермерских хозяйств Тамбовской области является производство растениеводческой продукции. В среднем каждое из обследованных фермерских хозяйств по состоянию на 01.01.2017г. использует 117,2 га пашни (таблица 1).

Таблица 1 – Состав земельных угодий в обследованных фермерских хозяйствах

Календарный год	Площадь пашни, всего, га	в том числе							
		в собственности		бессрочное пользование или наследуемое владение		аренда из фонда перераспределения земель		аренда земельных долей	
		га	%	га	%	га	%	га	%
2001	86,2	24,2	28,1	12,5	14,5	11,5	13,3	38,0	44,1
2002	86,1	24,2	28,1	12,5	14,5	11,5	13,4	37,9	44,0
2003	100,4	24,7	24,6	12,0	12,0	14,1	14,0	49,6	49,4
2004	115,9	26,6	23,0	10,1	8,7	17,7	15,3	61,5	53,0
2005	111,7	27,1	24,3	9,6	8,6	10,7	9,6	64,3	57,6
2006	96,1	28,1	29,2	8,5	8,8	5,2	5,4	54,3	56,6
2007	94,3	28,2	29,9	8,3	8,8	6,2	6,6	51,6	54,7
2008	95,4	28,2	29,6	8,3	8,7	3,2	3,4	55,7	58,4
2009	109,3	28,1	25,7	8,5	7,8	9,6	8,8	63,1	57,7
2010	103,9	28,0	26,9	8,7	8,4	9,6	9,2	57,6	55,5
2011	101,3	28,0	27,6	8,7	8,6	9,6	9,5	55,0	54,3
2012	105,9	28,0	26,4	8,7	8,2	9,6	9,1	59,6	56,3
2013	109,2	27,9	25,5	9,0	8,2	8,1	7,4	64,2	58,9
2014	112,6	27,8	24,7	9,0	8,0	8,3	7,4	67,5	59,9
2015	115,4	27,8	24,1	9,0	7,8	8,3	7,2	70,3	60,9
2016	117,2	35,3	30,1	7,1	6,1	8,3	7,1	66,5	56,7
среднее	103,8	27,6	26,7	9,4	9,2	9,5	9,2	57,3	54,9

С правовой точки зрения земельный участок фермерского хозяйства состоит из четырех частей. Первая часть – это земля, закрепленная в собственность (в основной массе это земельные доли членов фермерского хозяйства), вторая - выделенная из фонда перераспределения земель на правах постоянного (бессрочного) пользования[2] и пожизненного наследуемого владения. Эти две части формировались при организации фермерского хозяйства в начале 1990-х годов, и их общий размер в Тамбовской области был приближен к 40 гектарам. Размер земельного налога за эти земли в 2016 году составил 198 руб. за один гектар.

В обследованных хозяйствах площадь таких земель в среднем составила 37 га или 35,9% общей площади участка. Две оставшиеся части фермерской земли – арендные. Во-первых, это участки, арендуемые из фонда перераспределения земель, их размер составил в среднем 9,5га, а величина арендной платы в 2016г – 590руб. А во-вторых, земля, арендуемая у частных лиц (владельцы земельных долей из числа бывших и нынешних работников сельскохозяйственного предприятия или работников социальной сферы на селе). Эта – последняя - часть земель самая большая, она составила в среднем 57,3 га, а в удельном весе – 54,9%. Арендная плата за эти земли зависит от размера участка и включает в себя выплату земельного налога вместо собственника, натуральную оплату (от 1 до 2 тонн фуражного зерна или фуража и иной продукции), а также весеннюю обработку (вспашка, культивация) приусадебного участка, оказание помощи в доставке сена, соломы и т.п. В денежном исчислении арендная плата с учетом всех ее составляющих а в 2016г. была примерно 1460 руб. за один га. Но, несмотря на то, что стоимость аренды этих земель

[2] В начале 1990-х годов часть земли ошибочно предоставлялась именно фермерским хозяйствам как юридическим лица [15], а не их членам, в постоянное (бессрочное) пользование. Этим и объясняется наличие этого статуса землепользования в некоторых из обследованных хозяйств.

самая высокая, увеличение размеров землепользования происходит именно за их счет.

За период 2001-2016гг. средняя площадь пашни увеличилась в 1,4 раза, но при этом удельный вес фермерских хозяйств с площадью пашни менее 100га снизился только в 1,2 раза. По состоянию на 01.01.2017г. 14,3% фермерских хозяйств имеют площади пашни более 200 га и в пользовании их находится 54,1% всей фермерской земли. С другой стороны, в распоряжении 28,6% хозяйств, имеющих площадь пашни до 30 га, находится только 3,6% от общей площади земли, используемой фермерами (таблица 2).

Таблица 2 - Распределение размеров земельных участков фермерских хозяйств

№	Площадь пашни, га	Удельный вес ФХ, площадь пашни которых находится в данном интервале, %			Удельный вес площади участков из данного интервала в суммарной площади пашни обследованных ФХ, %		
		2001г	2008г	2016г	2001г	2008г	2016г
1	до 30	32,2	38,1	28,6	5,7	6,3	3,6
2	31-100	42,9	33,4	33,3	32,9	21,5	13,1
3	101-200	14,3	19,0	23,8	22,0	28,5	29,2
4	более 200	10,6	9,5	14,3	39,4	43,7	54,1

Дифференциацию фермерских хозяйств по размерам землепользования ярко демонстрируют кривые Лоренца, построенные по данным за 2001 и 2016 годы (рисунок 1).

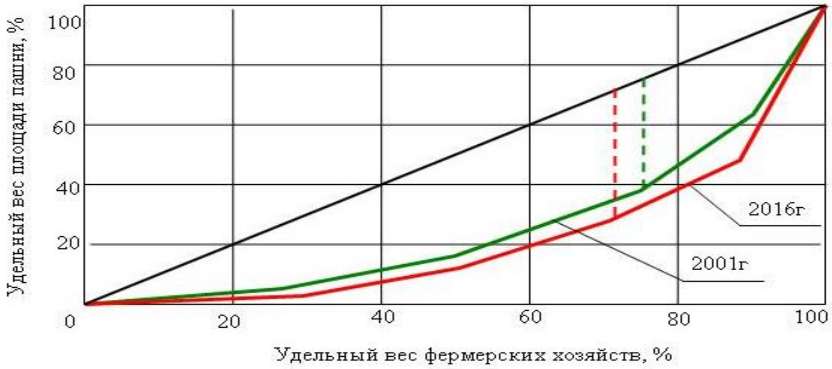


Рисунок 1 - Кривые Лоренца

За период 2001-2016 гг. максимальное отклонение кумулятивной кривой площади пашни от линии равенства (линии, соединяющей точку (100; 100) с началом координат) увеличилось в 1,2 раза и соответствует в 2016 году точке с координатами (76,2; 31,0), объединяющей данные хозяйств с площадью пашни до 100 га. Координаты этой точки интерпретируются так: 76,2% крестьянских (фермерских) хозяйств, ранжированных по возрастанию площади пашни, используют 31% суммарной площади пашни.Как показывают результаты обследования (таблица 3), фактически засевали фермеры в среднем только 66% имеющейся площади земельного участка, остальная площадь оставлялась под пары. Причем зерновые культуры (ячмень и пшеница) составляют в площади посевов почти 70%, подсолнечник -25%, а прочие культуры - только 5%. Урожайность ячменя стабильная, колебания относительного среднего значения (14,1 ц/га) незначительны, особенно, если исключить экстремальные годы. А вот урожайность пшеницы и подсолнечника выросла в 1,7 и 2,1 раза, и связано это с тем, что фермеры в последние годы именно по этим культурам стали применять качественные семена (рисунок 2).

Таблица 3 -Структура площади пашни в обследованных фермерских хозяйствах

аленда рный год	Площадь пашни		Площадь, занятая под посевами														Пар	
			Всего		ячменя			пшеницы			подсолнечника			прочих				
			га	%	га	Удельный вес в структуре (%)		га	Удельный вес в структуре (%)		га	Удельный вес в структуре (%)		га	Удельный вес в структуре (%)		га	%
	га	%				общей площади	посевов		общей площади	посевов		общей площади	посево в		общей площади	посевов		
2001	86,2	100	60,7	70,4	15,5	18,0	25,5	21,1	24,5	34,8	7,7	8,9	12,7	16,4	19,0	27,0	25,5	29,6
2002	86,1	100	58,2	67,6	15,4	17,9	26,5	25,0	29,1	43,0	12,9	15,0	22,2	4,9	5,7	8,4	27,9	32,4
2003	100,4	100	57,1	56,9	20,9	20,8	36,6	13,7	13,7	24,0	19,2	19,1	33,6	3,3	3,3	5,8	43,3	43,1
2004	135,9	100	64,4	47,4	23,9	17,6	37,1	22,1	16,3	34,3	13,6	10,0	21,1	4,8	3,5	7,5	71,5	52,6
2005	121,6	100	62,4	51,3	18,8	15,5	30,1	29,1	23,8	46,6	10,6	8,7	17,0	3,9	3,2	6,2	59,2	48,7
2006	96,1	100	62,2	64,7	16,4	17,1	26,4	31,6	32,8	50,8	11,7	12,2	18,8	2,5	2,6	4,0	33,9	35,3
2007	94,3	100	60,3	63,9	13,2	14,0	21,9	32,6	34,6	54,1	11,4	12,1	18,9	3,1	3,3	5,1	34,0	36,1
2008	95,4	100	61,8	64,8	13,8	14,5	22,3	36,9	38,7	59,7	9,9	10,4	16,0	1,2	1,3	1,9	33,6	35,2
2009	109,3	100	64,8	59,3	19,2	17,6	29,7	31,6	28,9	48,8	12,9	11,8	19,9	1,0	0,9	1,5	44,5	40,7
2010	103,9	100	69,3	66,7	15,8	15,2	22,8	35,4	34,1	54,1	17,6	16,9	25,4	0,5	0,5	0,7	34,6	33,3
2011	101,3	100	61,4	60,6	14,5	14,3	23,6	22,1	21,8	36,0	22,4	22,1	36,5	2,4	2,4	3,9	39,9	39,4
2012	105,9	100	62,2	58,7	17,0	16,1	27,3	20,8	19,6	33,4	22,1	20,9	35,5	2,3	2,2	3,7	43,7	41,3
2013	109,2	100	70,9	64,9	21,4	19,6	30,2	31,5	28,8	44,4	17,6	16,1	24,8	0,4	0,4	0,6	38,3	35,1
2014	112,6	100	75,7	67,2	24,0	21,3	31,7	27,4	24,3	36,2	23,9	21,2	31,6	0,4	0,4	0,5	36,9	32,8
2015	115,4	100	78,7	68,2	19,0	16,5	24,1	33,2	28,7	42,2	25,6	22,2	32,5	0,9	0,8	1,1	36,7	31,8
2016	117,2	100	85,3	72,8	19,9	17,0	23,3	35,1	29,9	41,1	27,6	23,5	32,4	2,7	2,3	3,2	31,9	27,2
среднее	103,8	100	66,0	63,6	18,0	17,3	27,4	28,1	27,2	42,5	16,7	15,9	24,9	3,2	3,3	5,1	37,8	36,4

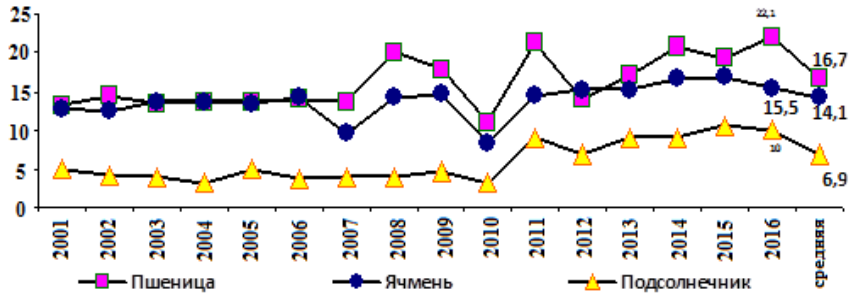


Рисунок 2 - Динамика урожайности основных видов культур

Выводы. С правовой точки зрения земля, используемая в фермерских хозяйствах, состоит из четырех частей: 1) земля, закрепленная в собственность; 2) земля, ошибочно выделенная из фонда перераспределения земель на правах постоянного (бессрочного) пользования и пожизненного наследуемого владения; 3) земля, арендуемая из фонда перераспределения земель; 4) земля, арендуемая у частных лиц. За 2001-2016гг. общая площадь землепользования возросла в обследованных фермерских хозяйствах среднем в 1,36 раза. Удельный вес земель за этот же период из первой группы возрос в 1,07 раза, второй, напротив, снизился в 2,38 раза, третьей тоже снизился в 1,87 раза, а четвертой возрос в 1,29 раза.

Не подтвердилась широко распространенная точка зрения о якобы однозначно выра женной тенденции к увеличению площади землепользования всех без исключения фермерских хозяйств. На самом деле зафиксирована все более нарастающая дифференциация по размерам землепользования между различными группами фермерских хозяйств. С одной стороны, 14,3% фермерских хозяйств имеют площади пашни более 200 га и в их пользовании находится 54,1% всей фермерской земли. С другой стороны, в распоряжении 28,6% хозяйств, имеющих площадь пашни до 30 га, находится только 3,6% от общей площади земли, используемой фермерами.

Список литературы

1. Сазонов С.Н., Сазонова Д.Д. Динамика землепользования и оснащения техникой

фермерских хозяйств//Достижения науки и техники АПК. -2004. -№7. -С.38-40

2. Сазонов С.Н., Сазонова Д.Д Оценка технической эффективности фермерских хозяйств. //АПК России. -2014. -Т. 69. -С. 117-125

3. Сазонова Д.Д., Сазонов С.Н. Результаты мониторинга фермерских хозяйств. –Тамбов, 2005. -114 с.

4. Сазонова Д.Д., Сазонов С.Н Влияние приоритетного национального проекта "Развитие АПК" на результаты деятельности фермерских хозяйств. –Тамбов, 2008. 130 с.

5. Остриков В.В. и др. Актуальные проблемы повышения эффективности использования нефтепродуктов в сельскохозяйственной технике // Механизация и электрификация сельского хозяйства. -2013. -№ 1. -С. 30-32.

6. Сазонова Д.Д., Сазонов С.Н. Совершенствование механизма кредитования фермерских хозяйств // Никоновские чтения. -2011. -№ 16. -С. 349-352.

7. Попова О.Н. и др. Оснащенность фермерских хозяйств техникой // Наука в центральной России. - 2013. -№ 5. -С. 4-11.

8. Калюжный М.С. и др. Потенциал кластерного развития Тамбовского региона в контексте европейских кластерных инициатив // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. -2015. -№ 1. -С. 49-56.

9. Сазонова Д.Д., Сазонов С.Н. Итоги деятельности фермерских хозяйств Тамбовской области//Наука в центральной России.- 2016. -№5. -С.44-54

10. Сазонов С.Н., Сазонова Д.Д. Организационно-правовая структура фермерского землепользования//Наука в центральной России. -2014. -№5. -С.38-47

11. Ерохин Г.Н. и др. Оценка уровня использования производительности зерноуборочных комбайнов//Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 7. С.30-32.

12. Ерохин, Г.Н. Результаты оценки пропускной способности зерноуборочных комбайнов в условиях реальной эксплуатации//Наука в центральной России. -2013. -№6. -С.45-48.

13. Сазонов С.Н. Методология эффективного формирования и использования производственных ресурсов в крестьянских (фермерских) хозяйствах: автореф. дис… докт. техн. наук: 05.20.03; 08.00.05/С.Н.Сазонов; Саратовский ГАУ -Саратов, 1998. -48с.

14. Сазонов С.Н. Абсолютная земельная рента в конкретных условиях//Международный сельскохозяйственный журнал, №1, 1997. - №1. – С.27-29

15. Russia's Agriculture in Transition/ Lerman Z. et al. Maryland. 2008. P.387.

References

1. Sazonov S.N., Sazonova D.D. Dinamika zemlepol'zovanija i osnashhenija tehnikoj fermerskih hozjajstv//Dostizhenija nauki i tehniki APK. -2004. -№7. -S.38-40

2. Sazonov S.N., Sazonova D.D Ocenka tehnicheskoj jeffektivnosti fermerskih hozjajstv. //APK Rossii. -2014. -T. 69. -S. 117-125

3. Sazonova D.D., Sazonov S.N. Rezul'taty monitoringa fermerskih hozjajstv. –Tambov, 2005. -114 s.

4. Sazonova D.D., Sazonov S.N Vlijanie prioritetnogo nacional'nogo proekta "Razvitie APK" na rezul'taty dejatel'nosti fermerskih hozjajstv. –Tambov, 2008. 130 s.

5. Ostrikov V.V. i dr. Aktual'nye problemy povyshenija jeffektivnosti ispol'zovanija nefteproduktov v sel'skohozjajstvennoj tehnike // Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva. -2013. -№ 1. -S. 30-32.

6. Sazonova D.D., Sazonov S.N. Sovershenstvovanie mehanizma kreditovanija fermerskih hozjajstv // Nikonovskie chtenija. -2011. -№ 16. -S. 349-352.

7. Popova O.N. i dr. Osnashhennost' fermerskih hozjajstv tehnikoj // Nauka v central'noj Rossii. -2013. -№ 5. -S. 4-11.

8. Kaljuzhnyj M.S. i dr. Potencial klasternogo razvitija Tambovskogo regiona v kontekste evropejskih klasternyh iniciativ // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. -2015. -№ 1. -S. 49-56.

9. Sazonova D.D., Sazonov S.N. Itogi dejatel'nosti fermerskih hozjajstv Tambovskoj oblasti//Nauka v central'noj Rossii.- 2016. -№5. -S.44-54

10. Sazonov S.N., Sazonova D.D. Organizacionno-pravovaja struktura fermerskogo zemlepol'zovanija//Nauka v central'noj Rossii. -2014. -№5. -S.38-47

11. Erohin G.N. i dr. Ocenka urovnja ispol'zovanija proizvoditel'nosti zernouborochnyh kombajnov//Traktory i sel'hozmashiny. 2014. № 7. S.30-32.

12. Erohin, G.N. Rezul'taty ocenki propusknoj sposobnosti zernouborochnyh kombajnov v uslovijah real'noj jekspluatacii//Nauka v central'noj Rossii. -2013. -№6. -S.45-48.

13. Sazonov S.N. Metodologija jeffektivnogo formirovanija i ispol'zovanija proizvodstvennyh resursov v krest'janskih (fermerskih) hozjajstvah: avtoref. dis… dokt. tehn. nauk: 05.20.03; 08.00.05/S.N.Sazonov; Saratovskij GAU -Saratov, 1998. -48s.

14. Sazonov S.N. Absoljutnaja zemel'naja renta v konkretnyh uslovijah//Mezhdunarodnyj sel'skohozjajstvennyj zhurnal, №1, 1997. - №1. – S.27-29

15. Russia's Agriculture in Transition/ Lerman Z. et al. Maryland. 2008. P.387.

УДК 621.573

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИХРЕВЫХ СИСТЕМ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ КАЧЕСТВА МОТОРНОГО ТОПЛИВА

Левин Максим Юрьевич,
кандидат технических наук, Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве,
392022, Ново-Рубежный пер., 28,
Тамбов, Российская Федерация, E-mail: lmu@list.ru
Нагорнов Станислав Александрович,
доктор технических наук, профессор, заместитель директора по научной работе, Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, 392022, Ново-Рубежный пер., 28,
Тамбов, Российская Федерация, E-mail: snagornov@yandex.ru
Левина Екатерина Юрьевна
кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика» МГТУ им. Н.Э. Баумана,
105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1

Реферат. *Истощение ископаемых невозобновляемых энергоресурсов наряду с глобальным экологическим кризисом, вызванным, в частности, использованием нефтяного моторного топлива, вызывают необходимость поиска научно обоснованных путей предупреждения выбросов паров моторного топлива, происходящих за счет различных «дыханий» резервуаров, в которых хранятся нефтепродукты, а также предотвращения их обводнения. Показаны преимущества использования вихревых конденсаторов и сепараторов по сравнению с существующими парокомпрессионными машинами, установлены их достоинства и недостатки. Выявлены основные условия использования вихревых труб с рубашками охлаждения. Экспериментально доказана возможность получения низких температур при использовании ступенчатой установки вихревых труб. Разработана блок-схема вихревой установки для улавливания и конденсации паров влаги и моторного топлива при его хранении в стальных горизонтальных резервуарах. Получена температура холодного воздуха минус 46 градусов Цельсия, что соответствует требованиям для конденсации паров нефтепродуктов и влаги. Показаны преимущества использования принципа*

двухконтурной вихревой трубы. Выявлены возможности использования трехпоточной вихревой трубы.

Ключевые слова: *конденсация, пар, моторное топливо, влага, вихревая труба, технологический процесс.*

USING VORTEX SYSTEMS FOR CONSERVATION MOTOR FUEL QUALITY

Levin Maxim,
Candidate of Technical Sciences, All-Russian Research Institute for Use of Mashinery and Petroleum Products in Agriculture., Novo-Rubezhnyj per., 28, Tambov, Russian Federation,
E-mail: lmu@list.ru
Nagornov Stanislav,
Doctor of Technical Sciences, Professor, Deputy Director for Science, All-Russian Research Institute for Use of Mashinery and Petroleum Products in Agriculture., Novo-Rubezhnyj per., 28, Tambov, Russian Federation,
E-mail: snagornov@yandex.ru
Levina Ekaterina,
candidate of technical sciences, assistant professor of the Physics Department,
Bauman Moscow State Technical University

Abstract*. The depletion of fossil non-renewable energy resources along with the global environmental crisis caused, inter alia, by the use of petroleum motor fuels, necessitate the search for scientifically sound ways to prevent emissions of motor fumes from the various "breaths" of reservoirs in which petroleum products are stored, and to prevent them Flooding. The advantages of using vortex capacitors and separators in comparison with existing vapor compression machines are shown, their advantages and disadvantages are established. The main conditions for the use of vortex tubes with cooling jackets are revealed. Experimentally proved the possibility of obtaining low temperatures with the use of a stepwise installation of vortex tubes. A block diagram of a vortex installation for trapping and condensation of moisture vapor and motor fuel during its storage in steel horizontal tanks has been developed. The temperature of cold air minus 46 degrees Celsius is obtained, which corresponds to the requirements for the condensation of petroleum vapor and moisture. The advantages of using the principle of a double-circuit vortex tube are shown. The possibilities of using a three-flow vortex tube are revealed.*

Keywords*: condensation, steam, motor fuel, moisture, vortex tube, technological process.*

Введение. Ограниченность энергетических ресурсов и загрязнение окружающей среды приводит к необходимости разработки и использования инновационных высокоэффективных технологических процессов и технических средств с высокими удельными показателями для предотвращения потерь нефтепродуктов при их хранении в стальных резервуарах, происходящих за счет испарения при различных видах «дыханий» резервуаров. Вторая, не менее важная, проблема заключается в поиске научно обоснованных путей предотвращения обводненности моторного топлива, которое происходит за счет поступления влаги, содержащейся в атмосферном воздухе, через дыхательный клапан резервуара. Создание таких технических средств позволит, во-первых, сохранить качество моторного топлива при его хранении, во-вторых, добиться высокой эффективности процесса с помощью инновационных аппаратов меньших размеров, что обуславливает снижение энергозатрат на его проведение, улучшение массогабаритных характеристик, приводящих к рациональному использованию материалов и энергии при производстве и использовании таких средств.

Для решения указанных проблем можно использовать конденсаторы – разновидность теплообменных аппаратов. Конденсаторами традиционно называют технологические теплообменные аппараты, в которых реализуются процессы конденсации различных сред за счет охлаждения (отвода скрытой теплоты конденсации). Наиболее популярным решением в области холодопроизводства является применение парокомпрессионных машин. Однако, основным недостатком хладогенераторов подобного типа является необходимость использования хладагентов (фреон, аммиак), которые наносят вред как жизни и здоровью человека, так и окружающей среде.

Поскольку для рассматриваемых аппаратов повышение удельной эффективности работы нельзя достигнуть путем увеличения быстроходности, как для движущихся систем, то требуется разработка принципиально новых инновационных конструкций. Из существующих аппаратов максимальную удельную эффективность имеют устройства с активным газодинамическими режимами, основанные на использовании вихревого эффекта для получения холодного потока.

По сравнению с парокомпрессионными машинами вихревые трубы имеют следующие преимущества:

- не требуется использование хладоагентов и теплоносителей;

- обладают компактностью, отсутствием подвижных узлов и простотой конструкции, обуславливающих низкую стоимость изготовления;

- высокая надежность и большая скорость выхода на рабочий режим, просты в обслуживании и ремонте;

- может протекать ряд процессов (нагрев, охлаждение и фазоотделение) одновременно.

Вышеуказанные характеристики вихревых устройств обеспечивают при проведении технологических процессов следующие качества: безопасность, экологичность, технологичность, быстродействие.

Однако вихревые трубы не лишены и недостатков:

- относительно низкая энергоэффективность;

- необходимость использования компрессора для получения низких температур;

- установлена сильная зависимость эффективности их работы от конструктивных и режимных параметров. В неудачно выбранной конструкции формально годного аппарата технологический процесс будет идти с минимальным КПД. Научно обоснованная конструкция вихревой трубы, работающей в оптимальном режиме, обуславливает высокую эффективность процесса, увеличивает полноту его протекания, экономию ресурсов, защиту окружающей среды;

- при использовании вихревых труб как сепараторов жидкости (как конденсаторов) существует трудность с выводом из трубы жидкой фазы.

Поскольку при конденсации нужно разделить газообразную и вновь образовавшуюся жидкую фазу, то основным критерием выбора вихревого аппарата в качестве конденсатора будет возможность проведения в аппарате не только конденсации, но и эффективной сепарации газожидкостного потока.

Конденсация в вихревой трубе – процесс, для которого на данный момент все еще не существует полного теоретического объяснения и физико-математического описания. Анализ результатов исследований вихревых аппаратов показывает, что наиболее изученным вопросом является структура закрученного потока. В то же время уровень исследований тепломассообмена в вихревых условиях отстает от газодинамических. Поэтому объектом нашего внимания будет наименее изученный вопрос о теплообмене при вихревой конденсаии.

Материалы и методы. Обзор математических моделей вихревого эффекта [1-8], предложенных различными авторами в период 1971-2009 гг., показал, что существующие модели недостаточно полно отражают картину вихревого эффекта в связи с большим количеством допущений. Это объясняется недостаточным развитием вычислительной техники для обработки больших массивов данных на момент составления моделей. С использованием современных пакетов прикладных программ вычислительной газодинамики имеется возможность создать модель с незначительными допущениями и повысить точность описания вихревого эффекта для практической реализации.

Для адекватного описания термодинамических характеристик воздуха во всех диапазонах работы вихревых труб с учетом многокомпонентности газовой смеси целесообразно применять уравнение состояния в форме Редлиха-Квонга:

$$p = \frac{R \cdot T}{v - b} - \frac{a}{(v-b) \cdot v \cdot \sqrt{T}}$$

$$a = \frac{0.42748 \cdot R^2 \cdot T_{кр}^{2.5}}{p_{кр}}$$

$$b = \frac{0.08662 \cdot R \cdot T_{кр}}{p_{кр}}$$

Сравнительные исследования показали, что в рассматриваемом диапазоне параметров потока уравнение состояния идеального газа дает погрешность до 30%.

Исходя из уравнений Редлиха-Квонга: $\frac{p}{p_{кр}} < \frac{T}{2 \cdot T_{кр}}$, определено, что данное уравнение справедливо для всего диапазона рассматриваемых параметров потока $p \leq 3{,}0$ МПа; Т принадлежит (-70… +100) ºС.

Таким образом, основные уравнения математической модели термогазодинамических процессов вихревой трубы в интегрально-дифференциальном виде выглядят так:

$$\frac{\partial}{\partial x_j}\left(\rho u_i u_j\right) = \frac{\partial}{\partial x_i}\left(-p\delta_{ij} - \rho \overline{u`_i u`_j} + \mu_{lt}\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i}\right)\right),$$

$$\frac{\partial(\rho u_i)}{\partial x_i} = 0,$$

$$\frac{\partial}{\partial x_j}\left(\rho u_i H + q_i - u_i \tau_{ij}\right) = 0,$$

$$\frac{\partial}{\partial x_k}(\rho u_k k) = \frac{\partial}{\partial x_k}\left(\left(\mu + \frac{\mu_\tau}{\sigma_k}\right)\frac{\partial k}{\partial x_k}\right) + \tau_{ij}\frac{\partial u_i}{\partial x_j} - \rho\varepsilon,$$

$$\frac{\partial}{\partial x_k}(\rho u_k \varepsilon) = \frac{\partial}{\partial x_k}\left(\left(\mu + \frac{\mu_\tau}{\sigma_\varepsilon}\right)\frac{\partial \varepsilon}{\partial x_k}\right) + C_{\varepsilon 1}\frac{\varepsilon}{k} f_1 \tau_{ij}\frac{\partial u_i}{\partial x_j} - C_{\varepsilon 2} f_2 \frac{\rho\varepsilon^2}{k},$$

$$p = \frac{R \cdot T}{v - b} - \frac{a}{(v-b) \cdot v \cdot \sqrt{T}}.$$

Модель подразумевает квазистационарность течения. Допущения: стенки проточной части абсолютно гладкие; теплообмен с окружающей средой отсутствует (стенки проточной части адиабатичные).

Граничные условия:

- Скорость потока на стенке нулевая:

$u|_s = 0$

- Массовый расход во входном сечении:

$\rho u|_s = \rho_s u_n$

- Полное давление и полная температура окружающей среды на выходе $p^*_{вых}$, $T^*_{вых}$

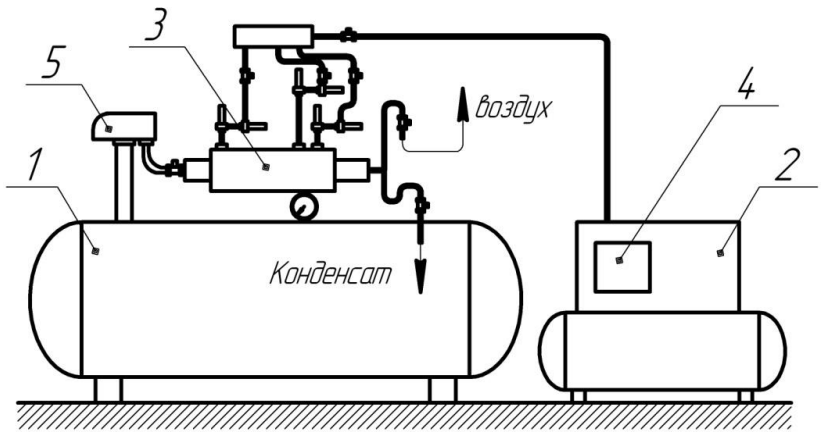
$$p^* = p\left(\frac{T^*}{T}\right)^{\frac{k}{k-1}},$$

$$H(T^*) = h(T) + \frac{|U^2|}{2}$$

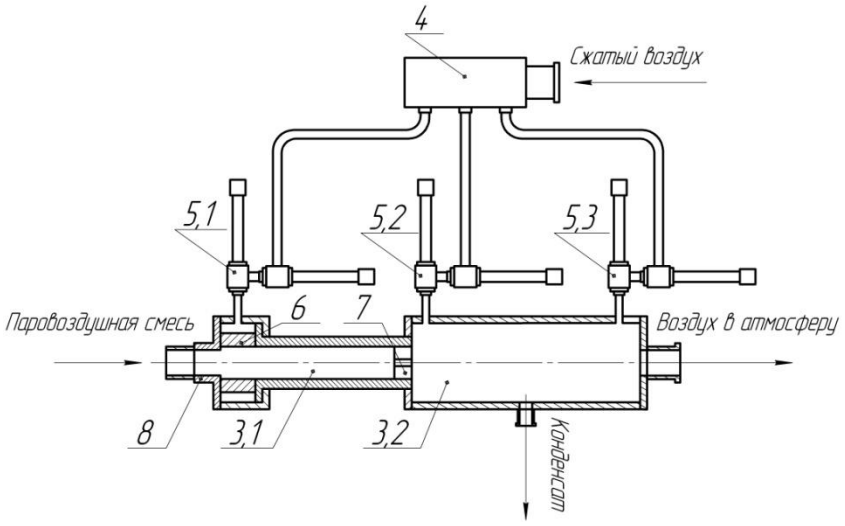
Рабочее тело задано как сжимаемая жидкость с физическими характеристиками, соответствующими характеристикам воздуха.

Результаты и обсуждение.

Нами был разработан вихревой аппарат для конденсации паров углеводородов. Блок-схема расположения вихревого аппарата на резервуаре приведена на рис. 1, а блок-схема вихревого аппарата на рис. 2.



1 – Резервуар, 2 – Компрессор, 3 – Вихревой аппарат,
4 – Блок управления задвижками, 5 – Дыхательный клапан
Рисунок 1 – Блок-схема расположение вихревого аппарата на резервуаре



3,1 – Первая секция вихревого аппарата,
3,2 – Вторая секция вихревого аппарата, 4 – распределительный блок,
5,1 – ПСВТ – 1; 5,2 – ПСВТ – 2; 5,3 – ПСВТ – 3; 6 – Улитка; 7 – Развихритель
Рисунок 2 – Блок-схема вихревой установки

Принцип работы установки, приведенной на рис. 1 с учетом схемы на рис. 2, следующий. При помощи компрессора 2 сжатый воздух подается в распределительный блок 4. Из

распределительного блока 4 сжатый воздух поступает в последовательно соединенные вихревые трубы (ПСВТ) 5,1; 5,2; 5,3.

При втекании газа через сопло образуется интенсивный круговой поток, приосевые слои которого заметно охлаждаются и отводятся через отверстие диафрагмы в виде холодного потока, а периферийные слои подогреваются и вытекают через дроссель в виде горячего потока. По мере прикрытия дросселя общий уровень давления в вихревой трубе повышается и расход холодного потока через отверстие диафрагмы увеличивается при соответствующем уменьшении расхода горячего потока. При этом температуры холодного и горячего потоков также изменяются. Холодный поток отводится через отверстие диафрагмы, а горячий – через дроссель. При давлении газа на входе 0,6 МПа температура горячего потока может увеличиваться на 80-100 ^{o}C, а холодного – снижаться на 40-60 ^{o}C от начальной температуры.

Охлажденный воздух из ПСВТ-1 поступает в улитку 6 в первую секцию вихревого аппарата 3,1, где он интенсивно раскручивается и распространяется по стенкам корпуса до развихрителя 7, как периферийный поток. Паровоздушная смесь, вышедшая из дыхательного клапана 5, установленного на резервуаре 1, подсасывается через диафрагму 8 (данный подсос происходит в результате возникновения эффекта Коанда). Прошедшая через диафрагму паровоздушная смесь закручивается образовавшимся потоком из ПСВТ-1 и распространяется единым периферийным потоком. При данном распространении происходит теплообмен между паровоздушной смеси и холодного потока. Далее охлажденная паровоздушная смесь развихряется и попадает во вторую секцию вихревого аппарата 3,2. Происходит прямой вдув холодного воздуха из ПСВТ-2 и 3. В секции 2 происходит полная конденсация паров. Жидкое сконденсированное топливо отправляется обратно в резервуар, воздух выбрасывается в атмосферу.

В рассматриваемой блок-схеме использован принцип двухконтурной вихревой трубы. Основное отличие принципа работы двухконтурной вихревой трубы заключается в том, что холодный поток формируется из специальным образом организованного дополнительного потока (сжатый воздух).

К основным условиям использования вихревых труб относится определение оптимальных конструктивных и режимных параметров работы, что требует комплексного исследования протекающих в трубе гидрогазодинамических процессов тепломассообмена.

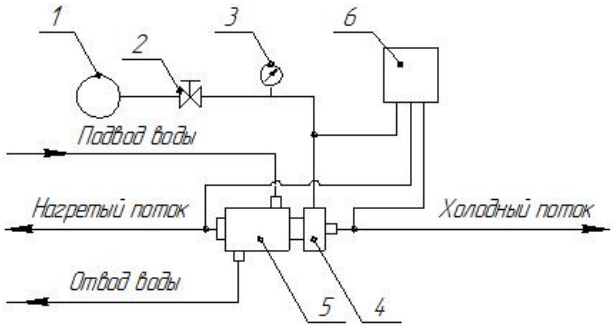
Общепринятого механизма протекания процессов в вихревой трубе до сих пор не существует. Имеются различные, порой противоречивые, объяснения физического механизма. Поэтому основным способом уастановления закономерностей работы вихревой трубы и выбора оптимальной ее конструкции и режима работы пока остается эксперимент.

По энергетической эффективности и удельной холодопроизводительности вихревые трубы уступают турбинным и парокомпрессионным машинам. Поэтому в областях, где холод является постоянной необходимостью, вихревые трубы неконкурентоспособны по отношению к другим видам холодильной техники. Однако если требуется только периодическая потребность в получении холода, как нашем случае с хранением моторного топлива, то нецелесообразно содержать стационарные мощные установки, и вихревые холодильные установки выигрывают по сравнению с фреоновыми или аммиачными.

Проведены эксперименты по распределению температур в трубке Ранка с рубашкой охлаждения. В проводимых экспериментах к трубке не подводилась вода для охлаждения. Это сделано с целью определения максимального охлаждающего эффекта, который сможет выдать вихревая трубка.

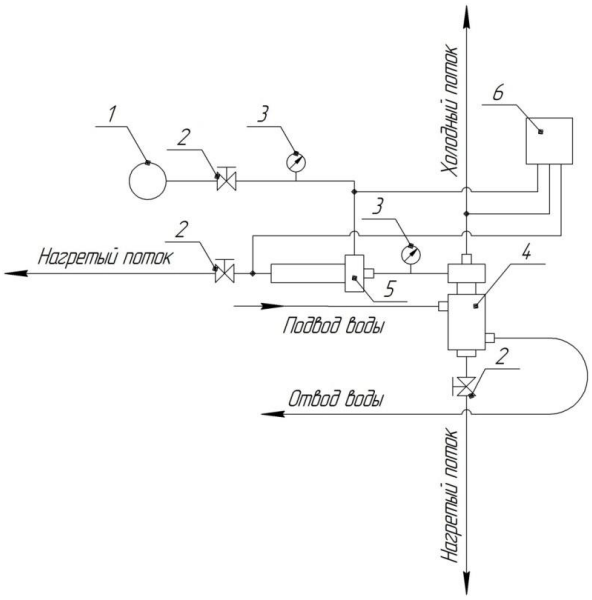
Схемы установок, на которых проводился эксперимент, приведены на рисунках 3 и 4.

Установка (рис. 4) собрана таким образом, что воздух под давлением подавался на вихревую трубу (5) выход холодного потока из которой являлся входом воздушного потока вихревой трубы с рубашкой охлаждения (4). Корпус вихревой трубы охлаждался водой с температурой $t_{воды}$ = 12 ºС. При такой схеме работы установки ожидается низкая температура холодного потока на выходе из установки.



1 - компрессор, 2 – регулятор давления, 3 – манометр, 4 – вихревая труба, 5 – рубашка охлаждения, 6 – температурный регистратор.

Рисунок 3. – Схема установки с рубашкой охлаждения.



1 - компрессор, 2 - регулятор давления, 3 - манометр, 4 - вихревая труба с рубашкой охлаждения, 5 – вихревая труба, 6 - температурный регистратор.

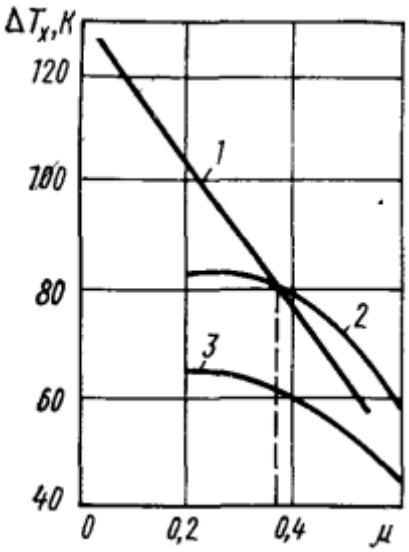
Рисунок 4. – Схема ступенчатой установки вихревых труб.

Было исследовано влияние входного давления на эффект температурного разделения в вихревой трубе с рубашкой охлаждения и подводом воды. При условии сохранения постоянным давления p_x холодного потока за отверстием диафрагмы величина давления p_1^*, подаваемого к соплу сжатого газа, играет существенную роль в получаемом эффекте охлаждения. С повышением давления входа растет эффект охлаждения. Температура охлаждающей воды не играет существенной роли в эффекте охлаждения, ее отклонение на ± 10° от температуры питающего сжатого воздуха практически не влияют на эффект охлаждения.

Эксперимент показал, что использую вихревую трубку с рубашкой охлаждения можно получить максимальный эффект нагрева ($\Delta t_г$) равным 15 °С, а максимальный эффект охлаждения

(Δt_x) – 40 °С. В случае, когда вихревую трубку не охлаждали водой, получено, что эффект нагрева оказался гораздо выше, а эффект охлаждения изменялся незначительно. Таким образом, использование рубашки охлаждения вихревой трубы, позволяет эффективно отбирать тепло от периферийных слоев, практически не влияя на центральный поток.

Ступенчатым называют последовательное соединение нескольких вихревых труб с подключением диафрагмы предыдущей вихревой трубы к сопловому аппарату последующей [9]. Процесс от предыдущей к последующей вихревой трубе происходит с понижением давления. С увеличением степени расширения несколько снижается эффективность процесса энергетического разделения (рис. 5).



1 - двухступенчатого (ε = 25); 2 - одноступенчатого (ε = 25);
3 - одноступенчатого (ε = 5)

Рисунок 5. – Сравнительные характеристики вихревых холодильников.

В одноступенчатом холодильнике при μ = 0,2 и η_T =0,56 эффект охлаждения ΔT_X = 83 К. В двухступенчатом холодильнике при $\mu_1 = \mu_2 = 0{,}2$ и $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 5$ коэффициент температурной эффективности $\eta_{T1} = \eta_{T2} = 0{,}6$. Эффект охлаждения в первой ступени 67 К, во второй 58 К; суммарный эффект охлаждения ΔT_X =125 К при $\mu = \mu_1 \mu_2 = 0{,}04$. Таким образом, использование двухступенчатого холодильника позволяет увеличить эффект охлаждения на 42 К, но при этом возрастает расход сжатого газа. Из условия равномерной разбивки степени расширения следует, что эффект охлаждения растет с увеличением числа ступеней расширения газа. На практике редко применяют более двух ступеней расширения из-за конструктивного усложнения холодильника и резкого увеличения расхода сжатого газа. Переход к большим относительным расходам охлажденного потока в ступенях адиабатного вихревого холодильника связан с уменьшением η_T. Результаты экспериментов сведены в таблице 1.

Таблица 1 – Эффективность охлаждения и нагрева ступенчатой схемы соединения вихревых труб

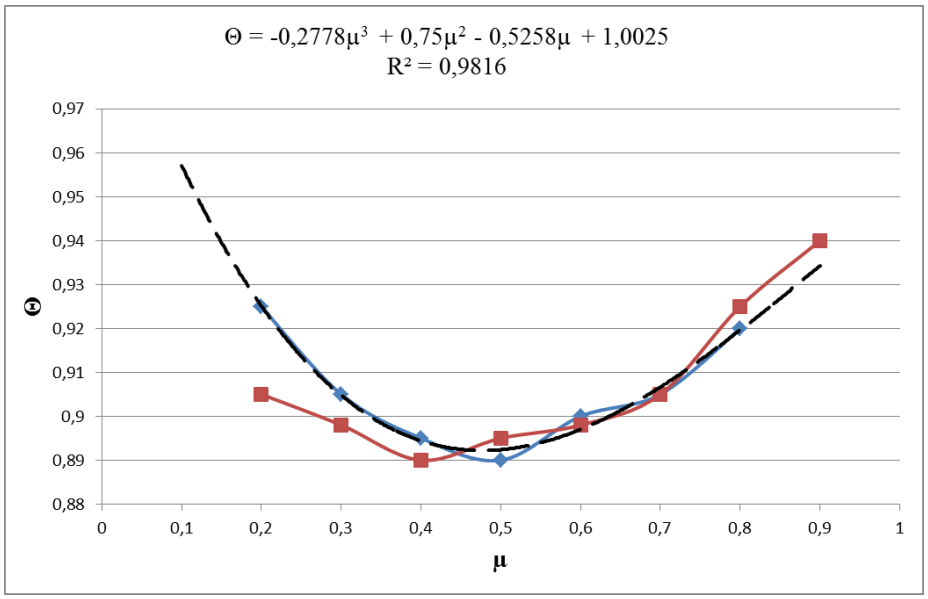
Давление на входе, атм.		Среднее значение разницы температур, °С		Максимальная температура потока, °С	
1й трубы	2й трубы	Тх	Тг	Холодного	Горячего
3	1,75	48,71	5,43	-25,8	40,1

4	2,5	49	10,11	-28,2	44,6
5	2,5	66,82	9,62	-45,9	43,7

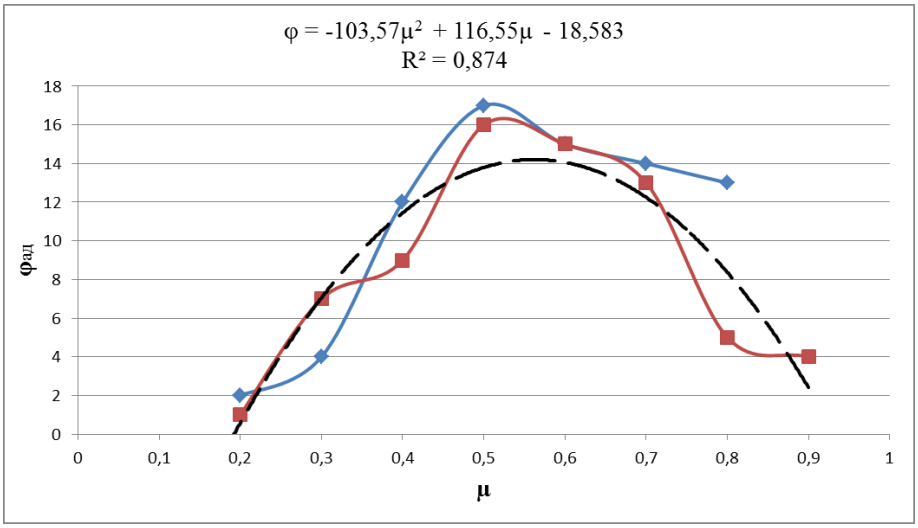
Эффект охлаждения возрастает с увеличением давления входного потока в вихревой трубке, что соответствует литературным данным. Показано, что ступенчатая схема соединения вихревых труб значительно повышает КПД. Достигнута минимальная температура холодного потока, равная -46 ºС.

На рисунке 6 представлены результаты экспериментального исследования для вихревой трубы со следующими геометрическими параметрами $d_{тр}$ = 10 мм, f_c = 0,1, $r_д$ = 0,5, l = 12 при степени расширения в трубе $\pi = 3$.

Характер полученных зависимостей (рис. 6) идентичен выявленным ранее закономерностям поведения энергоразделителей такого типа. Нетрудно заметить, что эффект охлаждения не уступает результатам предшествующих исследований, при сравнимых начальных параметрах, а также неплохо согласуется с результатами численного расчета вихревой трубы.



а)

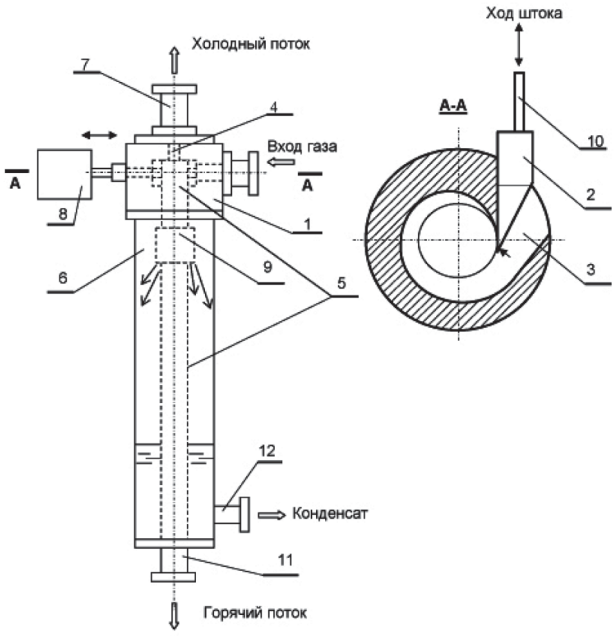


б)

а) - относительный эффект охлаждения; б) - адиабатный к.п.д;
1(синяя линия) - эксперимент $d_{тр}$ = 10мм, f_c =0,112, $r_д$ =0,58, l = 14;

2(красная линия) - эксперимент $d_{тр}$ = 10 мм, f_c = 0,1, $r_д$ = 0,5, l = 12;
3(пунктирная линия) - численный расчет $d_{тр}$ = 10 мм, f_c = 0,1, $r_д$ = 0,5, l = 12.
Рисунок 6. – Характеристики малоразмерной вихревой трубы

Существенным преимуществом использования низкотемпературной технологии разделения газов будет возможность эффективной сепарации образующегося конденсата паровоздушной смеси в самом аппарате. Такая возможность реализуется в трехпоточной вихревой трубе (ТВТ), когда наряду с охлажденным и подогретым потоками из нее выводится отсепарированная жидкость или газожидкостная смесь [10-11]. Основные узлы и элементы ТВТ схематично показаны на рис. 7. Она представляет собой цилиндрическую конструкцию, расположенную вертикально и имеющую один вход (для высоконапорного газа) и три выхода, а именно: для холодного потока (патрубок 7), горячего потока (патрубок 11) и конденсата (патрубок 12). ТВТ имеет корпус 1 с тангенциальным сопловым вводом 3, вихревую камеру 5, диафрагму с центральным отверстием 4 для отбора холодного потока, сепарационный узел 9, кольцеобразный конденсатосборник 6 и устройство для регулирования производительности ТВТ, состоящее из подвижной клинообразной задвижки 2 и привода 8. Данное устройство очень важно для адаптации ТВТ к автоматизированной системе управления вихревой установкой.



1 — корпус; 2 — регулирующий клин; 3 — сопловой ввод; 4 — диафрагма;
5 — вихревая камера (труба горячего потока); 6 — конденсатосборник;
7 — отвод холодного потока; 8 — приводной механизм; 9 — операционный узел; 10 — шток для подсоединения привода; 11 — отвод горячего потока;
12 — отвод конденсата.
Рисунок 7. – Схема трехпоточной вихревой трубы.

Основная функция ТВТ - это получение углеводородного конденсата, который образуется вследствие охлаждения паровоздушной смеси (пары углеводородов), и его выделение из газового потока. Одним из основных показателей эффективности установки, является количество отсепарированного углеводородного конденсата, который будет отделяться в ТВТ [11].

Рассматривая процессы конденсации компонентов газа в вихревой трубе, в том числе в ТВТ, необходимо, прежде всего, иметь в виду, что теоретически в ней имеется две зоны охлаждения газа и, соответственно, две зоны возможного появления капельной жидкости.

Первая зона находится в сопловом вводе и является следствием известного термодинамического закона и том, что в скоростном потоке газа имеет место понижение температуры "движущегося градусника". При этом газ охлаждается до статической (термодинамической) температуры, более низкой, чем температура торможения (полная температура). Вторая зона конденсации должна находиться в охлажденных приосевых слоях вынужденного вихря, где из-за потери окружной скорости определяющую роль играет не статическая температура, а температура торможения. Температура формирующегося холодного потока (вынужденного вихря) начинает снижаться в районе дросселя (конца вихревой камеры) и достигает минимального значения на срезе диафрагмы. В ходе экспериментов, проведенных на влажном воздухе, наблюдалась конденсация воды в сопловом канале и на диафрагме, что соответствует предложенным выше теоретическим зонам охлаждения. Процесс конденсации во второй зоне охлаждения происходит за счет изменения внутренней энергии той части основного потока, которая впоследствии станет холодным потоком.

Заключение.

Вихревые трубы продолжают оставаться актуальным объектом изучения для исследователей. Экспериментально установлено, что эффект охлаждения возрастает с увеличением давления входного потока в вихревой трубке, что соответствует литературным данным. Достигнута минимальная температура холодного потока, равная -46 ºС. Доказано, что высокая температура периферийных слоев внешнего вихря позволяет легко отбирать от них тепло, чему в значительной степени способствуют высокие скорости турбулентного вихря, обеспечивающие большие значения коэффициента теплообмена. Исследования вихревой трубы с водяной рубашкой показали, что вихревая труба с водяной рубашкой имеет адиабатный к. п. д. выше, чем у противоточной вихревой трубы.

Комплексное исследование процессов, вызывающих вихревой эффект, позволит создать более точную математическую модель явлений, происходящих в вихревой трубе. Это, в свою очередь, даст возможность повысить энергоэффективность установок на основе трубы Ранка-Хилша, а также проводить оценку производительности разрабатываемых охладителей на ранних этапах проектирования.

Список литературы.

1. Меркулов А.П., Вихревой эффект и его применение в технике. – М.: Издательство «Машиностроение», 1969. – 183 с.

2. Сули Л.А., Острица А.А., Элементарная теория эффекта Ранка, Теплоэнергетика, 1962, № 10.

3. Гродзовский Г.Л., Кузнецов Ю. Е., К теории вихревой трубы. Известия АН СССР, ОТН, 1954, № Ю.

4. Дубинсий М. Г., Течение вращающихся потоков газа в кольцевых каналах. Известия АН СССР, ОТН, 1955 № 11.

5. Deisslbr R.G., Perlmntter M., An Analysis of the Energy Separation in Laminar and Turbulent Compressible Vortex Flows, Heat Transfer and Fluid Mechanics Institute, 1958

6. Fulton C. D., Ranque's Tube, Refrigerating Engineering, May, 1950.

7. Hilsch R., Die Expansion von Gasen in Zentnfugalfeld als Kaelterprocess, Zeitschrift fur Natarforschung, Jan., 1946.

8. Kassner R. and Knoernschild E. Friction Laws and Energy Transfer in Circular Flow, Technical Report No. F—TR—2198— N8, GS—USAF, Wright Patterson Air Force Base, No. 78, March, 1948.

9. Левин М.Ю. Ступенчатая схема соединения вихревых труб для охлаждения входного потока [Текст] / Левин М.Ю., Нагорнов С.А. // Естественные и технические науки. – 2012. – № 1.

10. Исхаков Р.М., Николаев В.В., Жидков М.А., Комарова Г.А. Применение ТВТ для конденсации тяжелых углеводородов из попутного нефтяного газа // Газовая промышленность. — 1998. — № 7. — С. 42–43.

11. Жидков М.А., Девисилов В.А., Жидков Д.А., Гусев А.П., Рябов А.П. Трехпоточные вихревые трубы - экологическая значимая альтернатива сжиганию попутного нефтяного газа на факелах // Безопасность в техносфере. 2013. № 3. С. 19-27.

References

1. Merkulov A. P., Vortex effect and its application in engineering. – M.: Publishing House "Engineering", 1969. – 183 S.

2. Suli L. A., pinworm, A. A., Elementary theory of the Ranque effect, combined heat and Power, 1962, № 10.

3. Grodzovskii G. L., Kuznetsov, Yu. e., the theory of the vortex tube. Izvestiya an SSSR, OTN, 1954, No. Yu.

4. Dubini M. G., For the rotating flow of gas in the annular channels. Izvestiya an SSSR, OTN, 1955 No. 11.

5. Deisslbr R. G., Perlmntter M., An Analysis of the Energy Separation in Laminar and Turbulent Compressible Vortex Flows, Heat Transfer and Fluid Mechanics Institute, 1958

6. Fulton, S. D., Ranque's Tube, Refrigerating Engineering, May, 1950.

7. Hilsch R., Die Expansion von Gasen in Zentnfugalfeld als Kaelterprocess, Zeitschrift fur Natarforschung, Jan., 1946.

8. R. Kassner and E. Knoernschild Friction Laws and Energy Transfer in Circular Flow, Technical Report No. F—TR—2198— N8, GS—USAF, Wright Patterson Air Force Base, No. 78, March, 1948.

9. Levin, M. Y. Speed connection diagram of vortex tubes for cooling the input stream [Text] / Levin M. IU., Nagornov S. A. // Natural and technical Sciences. – 2012. – No. 1.

10. Iskhakov R. M., Nikolaev V. V., Zhidkov M. A., Komarova G. A. the Use of TVT for condensation of heavy hydrocarbons from associated petroleum gas // Gas industry. — 1998. — No. 7. — S. 42-43.

11. Zhidkov M. A., Devisilov V. A., Zhidkov, D. A., Gusev A. P., Ryabov A. P. Trappatoni vortex tubes - a significant environmental alternative to flaring of associated petroleum gas in flares // Safety in the technosphere. 2013. No. 3. S. 19-27.

Отпечатано ООО «Максимал информационные технологии»
398017, г. Липецк, ул. Ушинского, 8
Email: naukacr@yandex.ru. Тел. +7 (920) 246-20-64:
Подписано в печать 21.06.2017 Заказ № 60513-01
Формат 60x84/8. Бумага офсетная. Печать электрографическая.
Гарнитура Times. Объем – 12,93 усл. печ. л. Тираж 100 экз.